



Los yacimientos minerales de la República Argentina relacionados con las rocas ígneas de las diferentes épocas geológicas

Conferencia leída por el autor el día 25 de Agosto de 1926 en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba y ampliada con algunos capítulos.

La Mineralogía y su hermana la Petrografía son disciplinas cuyo desarrollo no ha tenido la suerte de atraer la atención del público en el mismo grado que las demás ciencias naturales: la Botánica y la Zoología. Sus tareas se restringen tal vez demasiado a la esfera de interés de un grupo de técnicos que necesitan estos conocimientos en su profesión, como el ingeniero, el metalurgista y el químico; o, en cambio implantan problemas cuyo carácter científico suele interesar solamente a los especialistas.

Uno de estos problemas es la formación de los minerales. La distribución sumamente desigual de sus diferentes especies y variedades dentro de la costra terrestre y la asociación o exclusión característica entre ellas, llamaban desde tiempo ha la atención, sobre todo de los mineros, a cuya observación no podían escapar algunas reglas fundamentales que rigen su presencia. Pero una interpretación satisfactoria de los hechos ha sido reservada recién a los últimos decenios pasados, gracias al gran desarrollo de la química - física que dió la llave para poder penetrar en los secretos del gran laboratorio de la naturaleza. Y aun hoy todavía hay muchos detalles no resueltos, especialmente por la dificultad de controlar, por experimentos, lo que sucede en la naturaleza bajo condi-

ciones de presión y temperatura que el hombre difícilmente sabe reproducir. Y sin embargo, poco a poco, se ha reunido un conjunto de resultados bien seguros, sustituyendo, paulatinamente, a las múltiples hipótesis que servían para la interpretación de los fenómenos, inaccesibles al control experimental. Son especialmente los yacimientos metalíferos y entre ellos los que se presentan tanto en las rocas volcánicas como dentro de las sedimentarias, en forma de filones, nidos e impregnaciones, cuyo origen ha sido siempre muy discutido.

¿Cómo se podía explicar, que, dentro de una roca que generalmente en sí misma apenas contiene vestigios de ciertos metales, como el oro, la plata, el cobre y muchos otros más, pueda haberse formado un filón que conduce minerales de estas substancias en concentración notable? ¿De dónde han venido estas materias? ¿Cómo se deja interpretar la relación innegable entre numerosos criaderos metalíferos con rocas ígneas como el granito, la liparita, la andesita, etc., cuya composición mineralógica es tan distinta de la de los yacimientos metalíferos? Mientras se cultivaba la Mineralogía, la Petrografía y la ciencia de los yacimientos minerales por separado, la contestación a estas cuestiones tropezaba siempre con dificultades y fué sustituida por una hipótesis plausible. Recién cuando se empezó a considerar estas ciencias desde un punto de vista único y más elevado, sin considerar sus límites artificiales, todos estos problemas encontraron una solución, en su principio relativamente sencilla.

Las investigaciones científicas han establecido que una gran parte de los yacimientos metalíferos y no metalíferos debe su origen a ciertos fenómenos que siguieron a la consolidación de las rocas ígneas, con cuyo estudio la Petrografía clásica daba por terminada su tarea. Me permito recapitular brevemente los motivos que han conducido a los nuevos conceptos.

Es un hecho muy conocido, que las rocas ígneas se formaron por la consolidación de masas líquidas fundidas, llamadas *magma*, que se encuentran en la profundidad de la litosfera. El magma consiste en una solución mutua de numerosos cuerpos químicos en estado molecular o agrupaciones moleculares sencillas: sílice, alúmina, álcalis, álcalis-terrosas, hierro, titano, fósforo, cloro, fluor, boro, carbono, agua y en menor proporción, también de la serie larga de

metales como oro, plata, cobre, plomo, etc. Por la pérdida lenta de calor hacia la parte exterior de la tierra, el magma llega paulatinamente a temperaturas a las cuales una substancia tras otra alcanza su momento de saturación y principia a cristalizarse por una orden de leyes extremadamente complicada. Principia este acto con algunos minerales de hierro, de titanio y de fósforo, siguen luego los silicatos de magnesia, calcio y hierro, como olivino, biotita, piroxenos, anfíboles; después los feldspatos y según la composición del magma, de sílice libre, el cuarzo. Estos productos, en su combinación muy variada, forman las *rocas ígneas*, que se clasifican como *abisales* cuando el enfriamiento ha tenido lugar en la profundidad y lentamente, y en las *rocas efusivas* cuando el fenómeno ha tenido lugar en la cercanía o directamente en la superficie de la tierra, donde el enfriamiento aconteció con mayor velocidad.

Pero con la cristalización de los elementos litológicos no ha terminado todavía la alteración sucesiva del magma. Queda todavía una solución restante, en la cual se han enriquecido paulatinamente las substancias de mayor solubilidad, siendo su composición global completamente distinta de la de la solución original. En este resto del magma se hallan una serie de metales pesados [probablemente en estado de sulfuros dobles, de cloruros y fluoruros], de litio, boro, etc., de ácido carbónico, agua y el resto de sílice. Estas soluciones, dentro de los intersticios de las rocas ígneas en contracción, tienden a escapar por las hendiduras y grietas que se forman en su consecuencia, comparable al agua dentro de una esponja exprimida. Pero durante esta emigración la diferenciación sigue constantemente bajo temperatura y presión descendentes, depositándose en orden determinado minerales no metalíferos y metalíferos hasta que por último, cuando la temperatura ha bajado ya considerablemente, emanan los restos postreros como los gases ácido sulfhídrico y carbónico, solos o acompañados por agua. Terminada también esta fase, recién se ha concluído la diferenciación complicada del magma, que había empezado por muchos miles de años atrás en condiciones profundamente distintas.

Los fenómenos que acabamos de trazar en pocas palabras se dejan dividir en las 3 fases siguientes:

- 1.) *La fase magmático-líquida*, caracterizada por la crista-

lización de la mayoría de los silicatos que componen en su conjunto las rocas ígneas. Estas conducen en algunos casos especiales segregaciones directas del magma de un pequeño número de metales en estado nativo como el platino, o en forma de óxidos como la magnetita, la cromita y la ilmenita o también en estado de sulfuros como la magnetopirita.

2.) *La fase pegmático-pneumatolítica*, en la cual cristaliza todavía cierto grupo de silicatos bajo la influencia de las soluciones restantes de alta temperatura, que producen una tendencia hacia la cristalización en individuos grandes como lo vemos en los componentes de las pegmatitas. Las mismas soluciones dan origen a una serie de minerales característicos, los llamados *minerales pneumatolíticos*, como la casiterita, la wolframita, el hierro olígisto, el topacio, la turmalina y muchos otros más.

3.) *La fase hidrotermal* cuyas soluciones restantes pasan por una temperatura cada vez más baja y de las cuales se deposita el relleno de las aberturas que conocemos en los filones de los minerales de oro, plata, plomo, cinc, manganeso y otros, con su ganga de cuarzo, baritina y carbonatos. Esta fase termina con la emanación de ciertos gases y las aguas termales juveniles que todavía suelen contener un pequeño resto de sales y gases en solución.

No es necesario decir, que en la naturaleza se notan transiciones, hasta superposiciones de estas fases en la misma zona y a veces dentro del mismo yacimiento, pero lo que se mantiene es el orden cronológico de los depósitos.

Después de esta breve exposición de los conceptos teóricos fundamentales, dirigiremos nuestra atención a una serie de casos concretos que nos ofrece el suelo de la República Argentina con sus diversas intrusiones de masas magmáticas, las cuales, subsecuentemente originaron la formación de la mayoría de los yacimientos minerales del país. Nos basamos para nuestro relato en el material, amplio en detalles, que se encuentra acumulado, desde unos 50 años atrás, en las diferentes publicaciones científicas. Es oportuno recordar que la base de estas investigaciones se debe a la labor infatigable de tres profesores que actuaron sucesivamente en esta Universidad de Córdoba, los doctores Alfredo Stelzner, Luis Bracke-

busch y Guillermo Bodenbender, los cuales se pueden considerar como los fundadores de los estudios científicos de los yacimientos minerales del país.

La época más antigua de intrusiones magmáticas pertenece al precámbrico. Rocas ígneas de esta edad asoman especialmente en los cordones serranos de la parte central, central-norte y oeste del país, conocidos bajo el nombre de Sierras Pampeanas. Son especialmente granodioritas biotíticas (q. d. granitos biotíticos con un predominio fuerte de la plagioclasa), en parte en estado variable de metamorfismo, que da a las rocas de este grupo el carácter de un ortogneis. Forman macizos de muchos kilómetros de extensión, acompañados por otros más pequeños y tifones de rocas dioríticas, de gabbros y hasta de anfibolitas ígneas. Estas rocas básicas conducen en varios lugares segregaciones de *magnetita*, a menudo asociada a la ilmenita, solo o en combinación con piritas de hierro y de cobre. Esta calcopirita ha dado en algunos casos motivo a una explotación efímera, mientras su ley en mineral de hierro no fué tomada en consideración para su aprovechamiento. Según la descripción del Dr. Bodenbender estos minerales se encuentran diseminados dentro de una roca diorítica, como en las minas de cobre "Tauro" y "Mercedes" en el Departamento Calamuchita en la Sierra de Córdoba. El origen de estos criaderos ha tenido lugar en parte durante la fase ígnea, pero perduró hasta la fase pneumatolítica que trajo la mayor parte de las piritas de hierro y de cobre. Las acciones pneumatolíticas se acentuaron más todavía en los yacimientos parecidos del "Tío" y "Tacurú", situadas en la misma comarca que los anteriormente citados. De la misma naturaleza son también los criaderos insignificantes de Cunuputu y Cuchicorral en el Departamento de la Punilla.

De origen puramente pneumatolítico me parece ser el pequeño yacimiento de *magnetita*, casi libre en titanio, situado en el contacto de dos granitos en la región de Characate al Oeste de Olaen en la Sierra de Córdoba. A esta categoría pertenece tal vez también un criadero insignificante, pero teóricamente muy instructivo, de minerales óxidos de *manganeso* en la sierrita de Soeoskota, cerca de San Francisco del Monte de Oro en San Luis.

Tales yacimientos suelen denominarse de *contacto*, por encon-

trarse con preferencia, pero justamente no siempre, en el límite de la masa ígnea con la roca penetrada. Estas zonas limítrofes son muy apropiadas para la circulación de las soluciones restantes del magma, que buscan un camino hacia las zonas de menor presión, q. d. hacia arriba. Los yacimientos minerales que se depositaron en estas zonas de contacto, no suelen ser únicamente un producto de acarreo, sino que casi siempre las soluciones pneumatolíticas entran en reacción química con la roca vecina, sobre todo si en ella se encuentra calcita. El calcio de este mineral participa entonces parcial, hasta totalmente en la formación de una serie de minerales, llamados de contacto, como p. e. la andradita y la grosularia (variedades del granate), el epidoto, la vesubiana, la wollastonita y otros más. En las calizas cristalino-granulosas, intercaladas en las rocas silíceas metamórficas del precámbrico de las Sierras Pampeanas, especialmente en la parte oriental de la Sierra de Córdoba, tales acciones pneumatolíticas han producido abundantes minerales de contacto, los cuales, aunque carecen de aplicación industrial, no adornan solamente los museos mineralógicos del país, sino ya se hallan desparramados en los del extranjero, donde difunden el nombre de la sierra de su origen.

A las rocas precámbricas pertenece muy probablemente también la serpentina verde oscura del Pantanillo y Calmayo cerca de Soconcho en el Departamento de Calamuchita en Córdoba, la cual resultó de una transformación de una roca básica ígnea con olívino y broncita, visibles todavía en sus restos. Esta serpentina contiene pequeñas partículas de *cromita* (Fe O , $\text{Cr}_2 \text{O}_3$) como producto de segregación del magma. Pero no ha sido posible encontrar concentraciones mayores que permitan un proyecto de explotación. No obstante, la serpentina, que se puede utilizar como bonita piedra para construcciones, conocida bajo el nombre de "mármol negro", es interesante también en otro sentido. Se sabe hoy en día, que son especialmente las rocas ultrabásicas, las peridotitas y dunitas, o su producto metamorfoseado, la serpentina, que figuran como portador del *platino* nativo y de los demás metales de este grupo (osmio, iridio, etc.), cristalizados directamente del magma. No tengo conocimiento que las serpentinas de la Sierra de Córdoba hayan sido investigadas por la presencia del platino. Sin poder pronosticar un éxito, sería un problema atrayente de resolver.

Hablando del platino, quiero citar el hallazgo de este metal en las arenas del Cabo de San Sebastián en la Tierra del Fuego y cuyo origen hay que buscar en una peridotita, o roca perteneciente a esta familia. En este sentido es muy sugestiva la existencia de una peridotita en el Estrecho de Magallanes, conocida desde años atrás, sin que se haya dedicado la atención a los problemas económicos que ella abarcaría y sin haber estudiado los detalles sobre su distribución y edad de intrusión.

Por una serie de motivos supongo, que los *filones auríferos* de los distritos mineros del Paso del Molle, Patacón y Paso del Carmen, situados algunas leguas al sud de Cruz del Eje y Soto, sean relacionados con las rocas cuarzo - dioríticas y dioríticas precámbricas que allí afloran por grandes extensiones. En la veta "Candelaria", el oro nativo se halla en parte en una pegmatita que luego pasa por la desaparición de la mica y del feldespatos a un filón de cuarzo con oro libre, pirita de hierro aurífera y arsenopirita, minerales que componen también los demás filones auríferos de esta región y cuyo origen es indiscutiblemente ya hidrotermal. Tal vez de la misma edad son los filones auríferos en los alrededores de San Francisco en San Luis.

En el precámbrico superior o paleozoico inferior las intrusiones magmáticas tomaron un nuevo y poderoso impulso. En algunos casos, como por ejemplo en la Sierra de Umango en La Rioja, se conoce un granito, el cual, por su inclusión de fragmentos de rocas precámbricas y su acción de metamorfismo sobre calizas silúricas, se considera de edad post-silúrica. Por una analogía puramente superficial de este granito con los granitos que forman los grandes batolitos de las Sierras Pampeanas, más al Este de la Umango, se ha atribuido también a los últimos una edad post-silúrica, sin haber sido posible hasta ahora de traer otra prueba más concluyente. Lo único que se sabe a ciencia cierta es, que el granito de grano mediano hasta grueso, con sus diseminados feldespatos grandes, que dan a la roca un aspecto ligeramente porfírico, tiene que ser más joven que las granodioritas y su séquito de las Sierras Pampeanas. Si ahora el granito nuevo pertenece también al precámbrico (como es mi actual opinión particular), o si su intrusión ha tenido lugar en el paleozoico, en el post-silúrico, como opinan algunos geólogos, es

un problema que no está resuelto definitivamente. Sea lo que fuera, se ha podido constatar además que este granito joven está acompañado por intrusiones de varias diferenciaciones del magma granítico típico, también de naturaleza granítica, pero en parte algo más ácida, en parte algo más básica, y que cronológicamente parecen ser algo posteriores a la masa granítica principal. Todo esto viene a complicar todavía el problema de la edad geológica. En el conjunto, las intrusiones del granito nuevo con su séquito de rocas diferenciadas, son indudablemente más fecundas en la formación de yacimientos minerales que las rocas ígneas más antiguas del precámbrico, encontrándose algunos entre ellos que merecen la mayor atención.

En primer lugar mencionaremos los yacimientos formados por la segregación magmática. A este grupo atribuyo un gabbro de hornblenda en la región de Albigasta en Catamarca, sin poder afirmar con certeza que esta roca pertenezca al séquito del granito nuevo, pero se distingue por su modo de presentación y asociación con otras rocas de las rocas básicas antiguas, que tal vez justifiquen esta clasificación. Este gabbro de hornblenda contiene segregaciones magmáticas de *magnetita*, íntimamente entreverada con láminas de *ilmenita*, formando el mineral masas irregulares hasta vetas difusas. Este criadero está conocido bajo el nombre de mina de hierro "Romey", en la cual, hace unos 50 años, se fundaron las más optimistas esperanzas, a pesar de los sabios consejos del doctor L. Brackebusch, quien reconoció, que la reserva de mena a la vista es insuficiente para garantizar el éxito de una industria siderúrgica, por modesta que sea, contando además un contenido elevado en titanio (hasta 18 % TiO_2) que es difícil de eliminar.

A la fase magmático-ígneas podemos atribuir también algunos yacimientos, cuyo origen se combina con las primeras manifestaciones de la acción pneumatolítica. Me refiero a la *wolframita* diseminada dentro de un granito, entre el Cerro de la Puerta y el Cerro Aspero en el Departamento Calamuchita de Córdoba; la pequeña ley en *casiterita* que conduce un granito por trechos irregulares en la zona de las minas de estaño de San Salvador, en Catamarca, y por último la *molibdenita* desparramada en un granito del Cerro Chachil en el Neuquén. Pero recién la fase pegmatítica - pneumatolítica propiamente dicha, ha producido los numerosos criaderos

metalíferos que caracterizan el granito joven. Podemos distinguir dos grupos, a saber:

1.) Las pegmatitas en el sentido estricto de la palabra, con su predominio de los silicatos entre sus componentes, y

2.) Los yacimientos pneumatolíticos, esencialmente metalíferos, que resultan de una transición de las pegmatitas por un retroceso de los silicatos, especialmente de los feldespatos, substituidos por diferentes variedades de mica y cuarzo libre, junto con un grupo de minerales característicos para esta formación.

Dedicaremos primero la atención a las *pegmatitas*, compuestas por feldespato, mica y cuarzo y numerosos minerales accesorios en proporción variable al extremo. En las pegmatitas se encuentran los grandes cristales tabulares de *mica* (mayormente de la variedad muscovita, la mica de potasio) cuya explotación forma un renglón importante de la minería argentina, aunque no todavía suficientemente atendido. La mica es un mineral cuya aplicación y consumo aumenta constantemente, su precio casi no oscila y marca más bien la tendencia de subir, lo que posibilita explotarla aún en regiones con recursos limitados, además que no requiere la instalación de maquinarias costosas. Desde, tal vez, unos 40 años atrás que se inició la explotación de la mica en el país, este mineral nunca ha sufrido las interrupciones como la de los minerales metalíferos. Los filones pegmatíticos con mica utilizable se encuentran desparramados en las Sierras de Córdoba y San Luis, en las Sierras de la Huerta y Valle Fértil en San Juan; en la Sierra de Velasco en La Rioja, en las serranías del Departamento Tinogasta en Catamarca y en varios puntos del Territorio de los Andes; los últimos parecen dar las mejores calidades.

La mica está asociada con grandes cristales de *feldespato* y masas compactas de *cuarzo*, pero pasan estas pegmatitas a menudo a filones y tifones en cuales uno de estos minerales predomina o queda solo, especialmente el cuarzo, cuyo depósito por sí solo ya pertenece más bien a la fase hidrotermal. Tales enriquecimientos locales de feldespato o de cuarzo puro atraen cada día más la atención por ser estos minerales materias primas en la industria cerámica y del vidrio, que en los últimos años se ha impuesto con éxito creciente dentro del país. La explotación de los numerosos yacimientos, que abundan en las mismas zonas donde se encuentra la

mica, es mayormente una cuestión de fletes. Sin embargo, a pesar de las dificultades, se han acreditado el cuarzo que se explota desde años atrás en Las Vizcacheras en la punta Sud de la Sierra de Córdoba y el feldespato, procedente de una cantera nuevamente abierta en Concarán en San Luis.

Las pegmatitas son además el portador característico de ciertos minerales del grupo de las *pedras preciosas*. Entre ellas podemos citar el *berilo* amarillo, llamado berilo de oro, de una pegmatita en las serranías de Catamarca. He visto de esta procedencia cristales tallados sin la menor falla y en tamaños hasta de 20 quilates. Otros berilos, de la variedad *aguamarina*, de un color característico verde azulado, se han encontrado también en Catamarca y además en San Luis, p. e. en Riocito. Parece que los berilos catamarqueños están acompañados por cristales bien transparentes de *granate* colorado. Es posible, pero todavía no asegurado, que los granates que se encuentran en los aluviones, proceden también de pegmatitas. Tales granates utilizables se conocen de Quines y San Martín en la Sierra de San Luis y del Río Mina Clavero en Córdoba.

La *turmalina* negra, un mineral típico de las pegmatitas, es sumamente frecuente en todas las Sierras Pampeanas, pero raras veces es tan consistente y libre de todas rajaduras para poder servir en la joyería como un sustituto apreciado y de mayor mérito que el azabache. Las variedades de turmalina transparente, de color verde, colorado y azul, que forman una especialidad del Brasil y de Madagascar, no se han encontrado en el país y es poco probable hallarlas por ser estas turmalinas relacionadas con rocas magmáticas de composición algo distinta de las que asoman en las Sierras Pampeanas.

Poco estudiadas todavía son las pegmatitas que conducen los minerales *columbíta* y *tantalita* con los metales raros niobio y tantalio y la *ortita* con cerio, neodimio, praseodimio y lantano, que habían sido señalados en varias ocasiones en las Sierras de Córdoba, San Luis y de la Huerta por los geólogos Stelzner, Brackebusch y Bodenbender. Estos minerales no han atraído todavía la atención de los mineros, debido a la poca demanda de tales productos por parte de la industria química.

Pasaremos ahora al grupo de los yacimientos pneumatolíticos esencialmente metalíferos. Uno de los mejores ejemplos da la re-

gión estanífera de San Salvador y del Cerro de Fraile en Catamarca. En San Salvador el granito está atravesado en parte por pegmatitas con *casiterita*, en parte las soluciones pneumatolíticas surgieron por grietas, impregnando y sustituyendo parcialmente al granito, dando origen a los “*greisen*”, una roca que se constituye de cuarzo y mica con una cantidad muy variable de casiterita, fluorita y topacio. En el Cerro del Fraile y su prolongación, distante unos 15 kilómetros de San Salvador, la casiterita se presenta en filones de cuarzo que deben haberse formado bajo una temperatura menguante que conduce a la fase hidrotermal. El número de los diversos afloramientos en estas 2 zonas, aumenta todavía por nuevos cateos y descubrimientos y debe alcanzar en la actualidad a cerca de 100 que se distribuyen sobre una superficie de varias leguas cuadradas. Solamente la falta de capitales fuertes ha impedido hasta ahora la explotación de estos yacimientos en mayor escala, pero no tardará en realizarse, dada la abundancia manifiesta de la casiterita en esta región. Además fué constatado que la casiterita se encuentra también secundariamente en las arenas del sistema hidrográfico de la comarca, lo que abre la perspectiva de su valorización industrial si los estudios preliminares dieran un resultado satisfactorio.

Además, fueron anunciados hallazgos aislados de casiterita en otras regiones graníticas de las Sierras Pampeanas (Sierra de los Llanos, Sierra Velazco, Cerro Manchado,) y en la Sierra de Colanguil, en San Juan, que si bien no han conducido hasta ahora a informaciones positivas, en parte tal vez por la falta de medios para costear una investigación prolija, indican por lo menos, que estas zonas graníticas son propicias para posibles descubrimientos de casiterita en el futuro.

Con el estaño está relacionado el *tungsteno*, cuyos minerales principales, la *wolframita* y la *scheelita* se hallan en filones de cuarzo con mica, acompañados por una serie variable de minerales accesorios como turmalina negra, apatita, berilo, topacio, piritita de hierro y de cobre, etc. Ya en el Cerro del Fraile en Catamarca, las vetas con casiterita llevan un poco de wolframita y en Mazán, en La Rioja, un yacimiento, que asoma también en granito, contenía en una parte esencialmente casiterita, mientras en la otra se hallaba wolframita. En cambio en los numerosos filones de mineral de tungsteno que se conocen en el país, la casiterita parece faltar o es tan

escasa que ha podido escapar a la observación de los mineros. Estos filones asoman tanto en granitos como en los variados esquistos cristalinos y los sedimentos del precámbrico que ellos atraviesan. En los criaderos que asoman en granito, he notado que la wolframita es casi el único mineral de tungsteno, en cambio, en las vetas que atraviesan los esquistos cristalinos suele presentarse además la scheelita, la cual, en algunos casos aislados (“Los Avestruces”, Prov. de San Luis) llega hasta sustituir a la wolframita.

Un caso excepcional y único hasta ahora, es el yacimiento de tungsteno de la Loma Blanca en la pendiente de la Sierra del Morro en San Luis, y que consiste en una impregnación de scheelita entre los planos de esquistosidad de un gneis biotítico, bajo formación simultánea de epidoto y otros minerales que comprueban su origen nítidamente pneumatolítico.

Actualmente se conocen más de 50 yacimientos de mineral de tungsteno en el país, destacándose sobre todo la Sierra de San Luis, luego la de Córdoba y siguiendo en el orden, las serranías de La Rioja, Catamarca y San Juan. Si bien algunos pocos de estos criaderos han sido explotados desde unos 25 años atrás, recién la conflagración europea con su demanda ilimitada y precios exorbitantes de mineral de tungsteno, dió un impulso inesperado a este ramo de la minería nacional. Fué también en aquellos años que se habían descubierto una buena parte de estos yacimientos, sobre todo los de scheelita, los cuales antes eran desconocidos, pero luego resultaron ser más frecuentes de lo que se había supuesto, destacándose algunos directamente por su riqueza excepcional. Si bien estas minas de tungsteno están paralizadas en la actualidad por el precio reducido y falta de demanda en los mercados, no cabe duda que la situación puede cambiar un día. Con la reanudación de los trabajos volverá también el cateador a las sierras, al cual se desea que sus esfuerzos sean coronados con nuevos descubrimientos.

Junto con la wolframita se encuentra a veces la *molibdenita* y varios minerales primarios y secundarios de *bismuto*, que también se aprovechan si su concentración es suficiente. La molibdenita ha sido explotada en el Cerro Aspero en el Departamento de Calamuchita en Córdoba, en la misma región donde asoman importantes yacimientos de wolframita. Minerales de bismuto (bismutita, el carbonato básico de bismuto, en la cercanía de la superficie; la bismu-

tina, el sulfuro de bismuto, en la profundidad) han sido obtenidos en numerosos yacimientos de tungsteno en San Luis, en la mina "Los Coloraditos" en La Rioja y en "La Brillante" en la Sierra de Córdoba, siendo la última trabajada en la actualidad especialmente por su ley en bismuto. Pero hay otros criaderos de mineral de bismuto, en los cuales el tungsteno es escaso o falta mayormente por completo, con retroceso simultáneo de la mica, representando una transición de los yacimientos pneumatolíticos a los de origen hidrotermal. En Córdoba se conocen tales filones bismutíferos de Cosquín, Capilla del Monte, Cura Brochero, en San Luis de La Toma y San Martín, en La Rioja de Alpasinchi, en San Juan se destaca la mina "Flor de los Andes" en el Departamento Calingasta; en Catamarca el yacimiento de Los Cerrillos pertenece tal vez también a este grupo. En resúmenes cuentas el número de los yacimientos de bismuto en la zona de las Sierras Pampeanas es considerable, aunque pocas veces son tan mineralizados para estimular su explotación. Como la scheelita, la bismutita es un mineral poco llamativo en su aspecto exterior y seguramente muchos yacimientos más han podido escapar a la atención de los cateadores.

Quiero llamar todavía la atención sobre un yacimiento típicamente pneumatolítico que es de *hierro oligisto*, ubicado en el margen del granito joven cerca de San José, al Norte de Tinogasta en Catamarca. Por la reserva calculada en más de 1 millón de toneladas, (lo que para un mineral de hierro es todavía bastante modesto) y por su ubicación relativamente favorable, este yacimiento de mineral de hierro puede considerarse como el mejor entre los conocidos hasta ahora en el país.

Los criaderos de hierro oligisto de origen pneumatolítico, en forma de intercalaciones, nidos y vetas, que se conocen de Los Cobres y Lagunillas en Los Andes, de la cumbre del Cerro del Aconquija y de Visvis en Catamarca, de Cieneguillas y Tilcara en Jujuy y de varios lugares en San Juan, Mendoza, San Luis y Córdoba, no parecen ser de gran importancia económica, además de que se encuentran a menudo en lugares apartados o de difícil acceso.

Hablando del hierro, quiero mencionar de paso los filones de *magnetita*, que asoman en granitos y rocas sedimentarias antiguas en las Sierras de Famatina, Valle Fértil, Pie de Palo; en el Cerro Lacco en el Territorio de los Andes, pero cuya edad y génesis no

están aclaradas. Tal vez representan un tipo especial y ultrabásico de una diferenciación magmática. Estos yacimientos están poco estudiados y su valor económico es todavía dudoso.

Pasaremos ahora a los yacimientos metalíferos originados por la acción hidrotermal. Según el metal que los caracteriza, podemos distinguir varios grupos. Citaremos p. e. los importantes filones de *cuarzo aurífero* en pizarras y grauvacas silúricas de la Rinconada en Jujuy, a cuya despensa se formaron luego los placeres auríferos cuaternarios del extremo Noroeste de la República. Otros filones auríferos, aunque no tan importantes, fueron explotados en las Sierras de Colanguil y de la Huerta en San Juan.

Mayor distribución tienen los filones que llevan minerales de plomo, plata y cobre, los cuales, en algunos casos aislados, dejan reconocer una transición desde los criaderos de origen pneumatolítico. A estos filones de carácter ambiguo pertenece la ya citada mina "Brillante" al Norte de Ojo de Agua en Córdoba, que fué trabajada al principio por wolframita y luego por minerales de bismuto, acompañados por piritita de hierro, calcopiritita y especialmente de galena que ya hablan más bien por una formación hidrotermal. El caso de la mina "Argentina", situada en la misma zona, representa el caso inverso; en ella predomina el carácter hidrotermal (galena argentífera), pero aisladamente se han encontrado cristales de wolframita que se pueden atribuir todavía a la fase pneumatolítica, con cual debe haber iniciado la formación de este criadero. Pero fuera de estos casos, muy llamativos en el sentido científico, la división de los dos tipos de yacimientos está siempre bien marcada. El contenido de este grupo de filones hidrotermales es muy variable, en algunos predomina la galena, marcadamente argentífera (2 a 5 kilos de plata por tonelada), blenda, junto con ganga de cuarzo; en otros se destaca la calcopiritita y piritita de hierro, ambas con cierta ley en oro, mientras en un tercer grupo se nota una mezcla irregular de todos estos componentes, no directamente en beneficio para el minero.

En la parte oriental de la Sierra de Córdoba, en los distritos mineros del Guaico y de la Argentina, predominan los filones con galena argentífera y blenda. Su número es considerable y en sus zonas superiores, donde ha tenido lugar un enriquecimiento secundario de la plata, han dado en los primeros años de su explotación,

hace unos 50 a 80 años atrás, muy buenos beneficios. Especialmente interesante, tanto del punto de vista científico como económico, es el contenido en minerales de *vanadio* en algunos de estos criaderos, destacándose especialmente el filón que abarca las minas “Venus”, “Algarrobitos”, “Pilar”, “Bienvenida” y “Agua del Rubio”. Son los minerales vanadinita $[Pb Cl (VO_4)_3]$, descloizita, $[4 (Pb, Zn) O, V_2O_3 + H_2O]$, psitacinita $[Pb_2 Cu_2 H_2 V_2 O_{10} + H_2O]$ y brackebuschita $[(Pb, Mn; Fe)_3 (VO_4)_4 + H_2O]$, denominado el último en honor del doctor Brackebusch, quien descubrió en el año 1878 el carácter vanadinífero de esta zona. Indudablemente estos minerales son de origen secundario y representan enriquecimientos en las partes superiores de los filones, pero no se conoce todavía la forma primordial en la cual se encuentra el vanadio, quizás será la roscocelita $[H_8 K (Mg, Fe) (Al, V)_4 (SiO_3)_{12}]$, la mica de vanadio.

En la Sierra de San Luis las vetas con galena argentífera son menos poderosas, a pesar de ser abundantes, especialmente en la región de Quines y San Martín. La ley en vanadio se restringe a unos pocos criaderos en el distrito minero de Santa Bárbara. Existen además algunos filones esencialmente cupríferos como los de San Francisco, Virocco y Alto Grande, un tipo de yacimiento que parece faltar en la Sierra de Córdoba.

En la Sierra de Chepes y de las Minas en La Rioja se conocen numerosos filones con cobre aurífero, solo o junto con galena argentífera. En la Sierra de la Huerta en San Juan vuelven a destacarse algunos criaderos con minerales de plomo y plata, con cantidad insignificante de cobre.

El empobrecimiento en metales nobles hacia la profundidad, la gran desvalorización de la plata hace unos 35 años, junto con la invasión del agua subterránea en el fondo de las labores, han sido los motivos principales de la paralización de la actividad minera, salvo algunos casos aislados en que se sigue o ha iniciado la explotación del vanadio y de la galena, los minerales de venta más fácil en la actualidad.

De un carácter algo distinto son los *filones galeníferos* que abundan en Salta y Jujuy, cuya edad considero por una serie de observaciones como infrapaleozoica. Predomina en ellos la galena, pero mayormente con una ley reducida en plata, en término medio tal vez unos 200 gramos por tonelada. Algunas de las vetas llevan

blenda, que generalmente no abunda, las piritas de hierro y de cobre son escasas, pero pueden concentrarse en filones aparte sin alcanzar espesores y extensiones considerables. La ganga típica de los filones de galena es la baritina,* la sílice no falta, predominando la piedra córnea sobre el cuarzo; los carbonatos siderita y calcita son escasos, salvo pocas excepciones locales. Filones de este tipo son abundantes en las serranías alrededor de la Quebrada del Toro, y de los valles de Lerma y del Río Grande de Jujuy, pero la mayor importancia alcanza un grupo de filones situados al Este y Sudeste de Pumahuasi en Jujuy, los cuales se explotan actualmente en las minas "Bélgica", "Nueva Bélgica", "La Pulperera", "Leman", "Cerro Colorado", "Pumahuasi", "Cangrejillos" y varias otras más. La producción mensual de estas minas en su conjunto alcanza actualmente a unas 700 toneladas de galena de alta concentración, cuyo plomo extraído cubre por más de la mitad el consumo nacional en este metal, calculado en unas 800 a 900 toneladas por mes. Y hace apenas 10 años que un ingeniero de minas, de reconocida capacidad, había concluido de sus estudios mineros generales sobre Jujuy, que los yacimientos de mineral de plomo de esta provincia no ofrecen mejores perspectivas para el futuro!

Agregamos todavía algunas palabras sobre los escasos filones con *antimonita* con ganga cuarzosa, que pertenecen a este ciclo de mineralización antigua. Están ubicados en el Departamento de Minas en Córdoba, siendo, según las últimas noticias, uno de los criaderos explotados en la actualidad. Sobre la naturaleza y edad geológico de los filones de antimonita del Volcán en Jujuy y de la Quebrada de Sébila en Catamarca no estamos informados; los demás yacimientos de esta categoría (Territorio de los Andes) son indudablemente de edad terciaria.

Un problema completamente desapercibido ofrecen los filones que llevan, entre numerosas otras substancias metalíferas, minerales de *uranio*, los cuales por consecuencia deben llevar el *radio* (0,00034 miligramos por gramo de uranio; proporción constante). Casi las únicas noticias sobre tales minerales uraníferos datan de unos 50 años atrás, cuando llamaron solamente la atención por su interés científico. Fué Germán Avé-Lallemant que los había descrito como accesorios en un filón aurífero con galena y pirita de

hierro (lo que ya es un caso muy particular), de Las Peñas y de las vetas cupríferas del Rincón, ambos lugares situados en la Sierra de San Luis. A pesar, que por el momento parece difícil, que un nuevo yacimiento de uranio y radio puede hacer competencia a las famosas minas de Katanga en el Congo Belga, el problema de una investigación detallada de los criaderos de estas substancias raras en el país, no carece de interés y de valor. Por una serie de datos aislados e inéditos, sospecho que el futuro nos sorprenderá con nuevos descubrimientos de criaderos de metales raros, que tan fácilmente se esconden debajo de un aspecto poco llamativo en la naturaleza.

A las últimas formaciones hidrotermales, cuando la temperatura de las soluciones era ya bastante baja, pertenecen los filones con mineral de *manganeso* (psilomelano, manganita y el mineral secundario pirolusita) con ganga de baritina, calcedonia, ópalo y calcita, en proporción extremadamente variable. Tales yacimientos abundan en la Sierra Norte de Córdoba (o Sierra de San Pedro), cuyas últimas lomadas septentrionales se extienden hasta muy adentro de la Provincia de Santiago del Estero. Asoman en granitos y rocas cuarzo-porfíricas y porfiríticas, cuyo residuo magmático ha dado lugar a su origen. Los filones más importantes se encuentran en la Aguada del Monte y en Los Hoyos, en Córdoba; en Los Ancoches, Remansito y Ambargasta, en Santiago del Estero. Durante la guerra europea, cuando la importación de mineral de manganeso tropezaba con dificultades, la industria nacional siderúrgica y del vidrio, usaba este mineral con provecho. La cantidad que han producido estos yacimientos en su conjunto puede estimarse en unos 15000 toneladas. Actualmente el precio del mineral de manganeso está otra vez tan bajo que estas minas han tenido que suspender los trabajos.

Falta citar todavía algunos filones de minerales no metalíferos, cuyo origen es también hidrotermal. Ya hemos hablado de las vetas y reventones de cuarzo puro, mencionaremos luego los de *fluorita* y de *baritina*. Vetas de fluorita se conocen de la región entre Tanti y San Roque en Córdoba, de Larea, El Talita y otros puntos más en San Luis. Sobre la génesis y edad geológica del filón de fluorita al Sud del Río Limay, en la parte occidental del Territorio del Río Negro, nada se sabe todavía.

Un filón poderoso de baritina asoma en el Portezuelo en la

Sierra Norte de Córdoba, al Oeste de Chañar, originado por una diferenciación última y extrema de las soluciones que han depositado los minerales de manganeso de aquella comarca. Un filón de baritina aflora también al lado de la mina de galena "Pumahuasi" en Jujuy, representando una degeneración de los yacimientos de plomo. Solamente los fletes elevados han impedido que se aprovechen estos productos mineros en la industria nacional.

Hasta ahora nos hemos ocupado de los yacimientos minerales de origen magmático del supuesto precámbrico superior hasta paleozoico inferior. Pasaremos a la discusión de los yacimientos que se relacionan con las rocas ígneas del paleozoico superior y del mesozoico. La naturaleza de estas rocas es extremadamente variable, tanto en su composición química como por su estructura y modo de presentación geológica. Al lado de las rocas de profundidad se destacan cada vez más las facies efusivas, de un rol insignificante en las formaciones más antiguas.

Rocas ígneas de edad del devónico y del carbonífero no se conocen con seguridad en la Argentina. Recién en el pérmico se nota una acción magmática intensa que se manifiesta en toda la parte exterior del plegamiento pérmico de la Precordillera hasta el Río Colorado en el Sud. Además la misma zona, de poca estabilidad geostática, ha tenido intrusiones magmáticas en épocas geológicas posteriores, en el mesozoico hasta e incluso el terciario, las cuales en el mesozoico se acentúan sobre todo hacia el Sud, participando en la orogénesis de las diferentes zonas de la Patagonia.

Tal complicación en la sucesión de las acciones magmáticas dificulta la interpretación de las relaciones de los yacimientos metalíferos, muy a menudo conocidos hasta ahora superficialmente. En general, su número es reducido y su importancia económica no suele pasar de ser de segundo orden en la actualidad. Si probamos de bosquejar estos problemas desde un punto de vista nuevo y dentro de una recopilación general, lo hacemos con la reserva, que nuestra interpretación no pretende ser de carácter definitivo.

En la Precordillera de Mendoza, en la región de Cacheuta y Petrerillos, asoma un granito con modificaciones porfíricas y filones cuarzo - porfíricos y porfiríticos, que se consideran de edad pérmica. En su séquito se formaron en la fase pneumatolítica algunos filones

con *hierro olígisto* con cuarzo sin mayor importancia económica. Más interesantes son las vetas de origen hidrotermal en la parte Sud del Cerro de Cacheuta, que atraviesan una roca porfirítica, muy probablemente de la misma edad pérmica como el granito vecino. Estos filones conducían los famosos minerales de *selenio* (especialmente cacheutita, un supuesto poliseleniuro de plomo, plata, cobre, hierro y cobalto), que aparentemente están agotados en la actualidad. Vetatas con minerales de selenio se conocen además en la Sierra de Umango (con umangita, $Cu_3 Se_2$) y en la Sierra de Sañogasta en La Rioja, como también al Oeste de Tinogasta en Catamarca. Pensando que son vetas delgadas y que los seleniuros se distinguen poco de los sulfuros análogos, es de suponer que la lista de los puntos de hallazgo aumentará todavía con el tiempo. La distribución diseminada de tales criaderos, casi únicos en su género en el mundo entero, es muy sugestiva y hace suponer un origen sincrónico de un magma común.

Al Oeste de San Rafael en Mendoza, en la región de Piedra de Afilas asoma en estratos silúricos una serie de filones, algunos de gran potencia (mina "Las Picazas"), con *galena*, blenda, pirita de hierro y arsenopirita, cuyo origen se deja poner en relación con los pórfidos cuarcíferos pérmicos que afloran más al Naciente.

En el triásico superior de la Patagonia habían tenido lugar efusiones de rocas cuarzo-porfíricas, cuyos mantos cubren grandes extensiones. Es muy probable que los filones de galena de Valcheta (Río Negro), de la Colonia Las Heras (Santa Cruz), de la parte superior del Río Chubut y descubrimientos cuyas noticias preliminares llegaron en los últimos tiempos a nuestro conocimiento, tengan un parentesco genético con el magma de los pórfidos cuarcíferos.

De edad triásica están consideradas también las areniscas coloradas con sus intercalaciones de porfiritas augíticas y meláfiros que dan un rasgo característico al Territorio de Misiones y parte de Corrientes. En varios puntos, como en Curuzú-Cuatiá y especialmente en Zaiman, las perforaciones que atravesaron estas rocas volcánicas, encontraron en ellas cierta cantidad de *cobre nativo* dentro de los poros amigdaloides. Por la analogía, concordante hasta en ciertos detalles (presencia de calcita y de clorita en las drusas), con los yacimientos de cobre nativo en la región del Lago Superior

en Michigán, debemos considerar ambos grupos del mismo origen. Son probablemente soluciones cupríferas que se desprendieron del resto del magma en la profundidad, de las cuales al surgir, el cobre se había reducido y precipitó en forma nativa. A pesar de que estos hallazgos de cobre en Misiones y Corrientes parecen poco interesantes por el momento en el sentido económico, especialmente por su ubicación en la profundidad de varios centenares de metros, no obstante existe cierta posibilidad que la naturaleza haya escondido allá una gran reserva en este metal, disponible a la iniciativa de las generaciones futuras.

La serie porfirítica con sus tifones intrusivos de diorita micácea cuarcífera, de edad cretácica, que cubre una zona alargada sobre el límite argentino - chileno desde Mendoza hasta el Neuquén, ha dado lugar a la formación de numerosos *yacimientos cupríferos* por ambos lados de la cordillera, pero especialmente en Chile (El Teniente, Ñuble, etc.). En el territorio mendocino podemos mencionar las minas del Burrero con sus stockwerks de calcosina y las de las Choicas, donde asoma calcosina, calcopirita con algo de oro y plata, ganga de baritina, y calcita como relleno de grietas y fallas.

Llegamos a la época terciaria. Uno de sus rasgos es el gran despliegamiento de la actividad volcánica con sus intrusiones y efusiones de rocas ígneas, de carácter químico predominante de acidez intermedia hasta acentuada. Subsecuentemente las masas magmáticas en consolidación han originado un número incalculable de yacimientos metalíferos, pero tal vez en su conjunto no tan especializados en su contenido de metales y en su modo de presentación geológica. Son especialmente las rocas volcánicas que se destacan por su relación con criaderos metalíferos, pues en pocos lugares la erosión ha podido penetrar hasta las correspondientes masas abisales. Luego no es de extrañar que la mayoría de los yacimientos minerales pertenezcan a una diferenciación avanzada del magma restante, quiere decir a la fase hidrotermal, mientras los criaderos de origen magmático quedan mayormente escondidos en la profundidad, en oposición a los terrenos geológicos antiguos fuertemente denudados. Conforme a la mayor actividad geodinámica de la faja andina en el borde occidental del continente, estos yacimientos metalíferos se concentran en esta zona, reduciéndose su

número rápidamente más al Este, como p. e. en las serranías aisladas en la llanura pampeana. Y aún aquí, el límite oriental de su distribución dista menos de la Cordillera que las manifestaciones más apartadas de rocas volcánicas terciarias: en San Luis las rocas andesíticas dieron todavía lugar a la formación de criaderos de oro, mientras más al Oeste, las rocas análogas de la Sierra de Córdoba no han sido más acompañadas por una mineralización metalífera.

El único ejemplo de este ciclo, de un yacimiento que pertenece a la fase magmática - ígnea, son las segregaciones de *magnetita* en una roca andesítica de la Sierra de Huantraicó en el Neuquén, es de lamentar que la reserva en mineral no sea mayor. Todos los demás yacimientos metalíferos del terciario pertenecen a la fase hidrotermal, que produjo filones de oro, plata, cobre y plomo con las especies minerales más variadas y bajo modificación amplia de asociación.

Dedicaremos primero unas palabras a los *filones auríferos*. Estos afloran en las rocas más diversas, tanto en sedimentos paleozoicos y mesozoicos, como en rocas ígneas antiguas, piroclásticas y metamórficas. Sin embargo una relación con rocas efusivas ácidas, como liparitas, traquitas y especialmente dacitas, sin exclusión de algunos tipos de andesita, se deja establecer siempre por un estudio de la comarca y no faltan tampoco los casos en que los filones asoman directamente en la roca portadora del mineral.

El oro de estos criaderos está esencialmente contenido en una pirita de hierro, por cuya descomposición suele enriquecerse en estado de oro libre en la parte superior de los filones, en una masa limonítica - ocrácea, el "llampo" de los mineros. El oro nativo cristalizado (primordialmente, como se lo puede observar en los yacimientos análogos antiguos, no se conoce. Minerales accesorios no son abundantes, entre ellos se nota, según el lugar, la calcopirita, la pirita arsenical, más escasa es la galena y la blenda. La ganga es en la mayoría de los casos el cuarzo; poco frecuente es la baritina y la calcita.

No es posible enumerar la lista completa de estos filones auríferos y tenemos que restringirnos a citar los de mayor fama o mejor perspectiva para el futuro.

En San Juan se destacan entre otros los yacimientos de Castaño Nuevo, Chita y de Gualilán, relacionados con dacita, mientras

el portador del oro en Guachi es una andesita. En Mendoza los filones de San Román y regiones vecinas asoman parcialmente en andesitas, cruzando a los micasquistos vecinos. En el Neuquén, la dacita ha traído el oro de numerosos criaderos (Milla - Michi - Có; Colli - Michi - Có; Rahuecó; Huingacó; etc.); también los filones auríferos de la Famatina (El Oro) están relacionados con este tipo de roca. En el Atajo de Catamarca las vetas asoman en una liparita pero cambian su carácter y se ponen cupríferas cuando pasan de la liparita a sus tobas.

Los famosos criaderos de oro de La Carolina en San Luis asoman en gneis y micasquistos, siendo el portador del mineral la andesita vecina del Cerro de Tomalasta. Placeres auríferos que se formaron subsecuentemente del material de los filones, no son escasos, recordamos de paso solamente los de la Cañada Honda en San Luis, de Ramblones y Mariposa al pie de la Famatina y los numerosos lavaderos auríferos del Neuquén.

Pero los yacimientos más importantes de la época terciaria son indudablemente los filones con minerales de *cobre*, generalmente con buena ley en oro y plata, solos o asociados con minerales de plomo y cinc. La ganga consiste en cuarzo y varios carbonatos. Entre los diversos minerales de cobre, la *enargita*, el sulfoarseniato de cobre, es una especie característica para muchos yacimientos cupríferos terciarios de toda la Cordillera de ambas Américas. En las demás partes del mundo, la *enargita* es un mineral de distribución sumamente escasa, y parece que siempre es de edad terciaria. En las minas de la Famatina y de Las Capillitas en Catamarca la *enargita* forma localmente la mayor parte de la mena. En cambio, el sulfoantimoniato de cobre, la *famatinita*, descubierta por el doctor A. Stelzner, es un mineral escaso, pero eterniza con su nombre la celebridad de su lugar de origen. Los filones cupríferos están relacionados con las mismas liparitas, dacitas y andesitas como los filones auríferos, en divergencia al concepto teórico que supone para los primeros un parentesco acentuado con las rocas ígneas de mediana acidez, mientras para los segundos admiten una asociación con los tipos litológicos nítidamente ácidos. Tal separación de yacimientos metalíferos y rocas ígneas no está realizada en la Argentina, en cambio parece, que es la *dacita* en cuyo séquito se ha for-

mado la mayoría de los yacimientos metalíferos terciarios, sin distinción de un metal característico.

Los filones cupríferos de la Famatina forman varios grupos, entre los cuales "La Mejicana" es el más importante, siguiendo luego en el orden "Los Bayos", "Ofir", "Ampallado", "Encrucijada" y "Santa Rosa". La ley en cobre oscila considerablemente de una veta a otra y dentro de un yacimiento mismo, entre los extremos de 2 y 30 ‰, la del oro entre 0,2 y 25 gramos y la de la plata desde 140 gramos hasta arriba de 1 kilo por tonelada. En la misma zona asoman además filones de mineral de *plata* (plata nativa, argentita, rosicler), con galena, blenda, algo de piritita de cobre y de hierro, con ganga siderítica, los cuales se distribuyen en los 3 grupos "El Tigre", "La Caldera" y "Cerro Negro". Estos últimos yacimientos están genéticamente relacionados con los filones cupríferos, perteneciendo a la fase final de la mineralización hidrotermal. El complejo entero de estos filones asoma exclusivamente en pizarras arcillosas silíceas del paleozoico inferior, pero no cabe ni la menor duda, que el portador de los metales es la dacita que asoma en varios puntos de la comarca (La Caldera).

En su composición mineralógica los filones cupríferos de Las Capillitas en Catamarca muestran cierta analogía con los de la Famatina, no obstante se destacan por algunas particularidades. El portador del mineral es una liparita (con una diferenciación local dacítica) en cual asoma la mayoría de los filones, pero extendiéndose a menudo, y por largos trechos, en el granito pre-terciario vecino. En término general estas minas dan un producto algo más rico en cobre que las de la Famatina, en cambio se nota que su ley en oro y plata es algo menor. La formación de la galena y blenda hacia el fin del período de mineralización no falta, pero ha tenido lugar dentro de los mismos filones cupríferos, tal vez parcialmente reabiertos. No se conoce aquí los minerales propios de plata y la siderita de la ganga está substituída por el espato de manganeso con su hermoso color rosado (La Restauradora).

Más al Este de Las Capillitas, en el faldeo Sud del Cerro Negro, hay un yacimiento de cobre (mina "Montenegro") que merece el interés por presentar una impregnación irregular de una toba liparítica por el mineral cuprífero (calcosina secundaria).

Una zona especialmente rica en filones de cobre, plomo, pla-

ta y antimonio forma el Cerro Acay y los alrededores de San Antonio de los Cobres en el Territorio de los Andes. Parece que aquí el portador principal del mineral es una andesita micácea. La mina que más se destacaba en cierta época era "La Concordia" con su cobre gris argentífero, calcopirita y galena, pero la última parece acentuarse hacia la profundidad.

En el Norte del Bolsón de Fiambalá, en Catamarca, en el borde de la Puna, está situada la mina "La Hoyada", cuyos filones, relacionados con andesita hornblendífera, han dado minerales excesivamente ricos en plata y cobre.

En San Juan se destacan los yacimientos de Carmen Alto con cobre gris, galena argentífera y algo de blenda, los de Castaño Viejo con galena argentífera; en La Rioja las minas en la región de Guandacol con galena, blenda y baritina, llevando las de Urcushun además cantidades apreciables de calamina, el silicato de cinc. En la vecindad de todos estos criaderos asoman rocas efusivas terciarias, mayormente dacitas y andesitas, documentando su parentesco genético con ellos.

De Mendoza podemos nombrar las famosas minas del Paramillo de Uspallata con sus vetas de galena, cobre gris y blenda, todos argentíferas, y ganga siderítica, que asoman en sedimentos réticos con intercalaciones de tobas y de mantos de diabasa con olivino. No puedo creer que estas rocas volcánicas básicas sean el portador del mineral y supongo más bien un parentesco genético con las rocas andesíticas y traquíticas que afloran en la misma comarca por gran extensión.

Agregamos todavía dos ejemplos del Neuquén: las vetas con galena muy argentífera de Campana Mahuida y de Huyolón, cuyo portador es una andesita hornblendífera y los bolsones en pizarras calcáreas con galena, blenda, pirita de cobre y de hierro con ganga de calcita de Tacatun a 90 Km. al S.O. de Zapala, cuyo origen hay que buscar en una roca sienítica hornblendífera terciaria.

Por último no olvidamos citar las vetas en contacto con rocas efusivas ácidas con minerales de *cobalto* y algo de *níquel* con ley en oro y plata de la mina "Alejandra", donde también se había presentado cierta cantidad de minerales de *uranio*, de sumo interés científico por el radio que debe contener. Poco se sabe sobre

la naturaleza y génesis de la veta con minerales de níquel de la mina "Solitaria" al Norte de Jagüel en La Rioja.

Entrando en la época cuaternaria, las actividades volcánicas disminuyeron poco a poco hasta los tiempos actuales, sin haber terminado por entero. A estos tiempos más modernos debemos todavía la formación de algunos yacimientos minerales de interés económico. Una de estas substancias es el *mármol onix*, una masa finamente cristalina de calcita, translúcida, de color verde claro, debido a un contenido de óxido de hierro ferroso. Su origen se atribuye a una precipitación de aguas termales que emanaban como últimos residuos de las masas magmáticas en consolidación. Este apreciado material de adorno se conoce de varios lugares de Salta, más importante son los depósitos de Las Peñas cerca de San Rafael en Mendoza y especialmente el yacimiento del Pantano en San Luis, que se explota desde años atrás con éxito creciente.

De paso unas palabras sobre mercurio. Hace poco que se anunció un descubrimiento de cinabrio en la región limítrofe de Santiago del Estero y Salta. A pesar de que hasta ahora tales noticias no se han podido verificar, en el caso citado las rocas volcánicas y las aguas termales de aquella región son por lo menos muy sugestivas, pues el cinabrio es un mineral acarreado en la última fase hidrotermal, de manera que del punto de vista geológico están realizadas las condiciones favorables para tal clase de yacimientos.

Terminaremos este capítulo con unas observaciones sobre las exhalaciones de gases volcánicas, que han dado origen a los depósitos de *azufre* nativo en la cercanía de los cráteres de algunos volcanes andinos como el Tuzgle, el Cerro Azufrera, el Cerro Azufre y otros más en el Territorio de los Andes; de los volcanes Peteroa, Sosneado y Descabezado en Mendoza y del volcán Copahue en el Neuquén. Parece que la cantidad disponible en algunos de estos puntos es considerable y es solamente la cuestión del transporte que ha impedido utilizarlas.

A emanaciones volcánicas se debe atribuir la proveniencia del boro contenido en la *boronatrocalcita* (ulexita), mineral de formación secundaria, cuyos depósitos, los "Salares", cubren grandes extensiones en la Puna de los Andes y de Jujuy. Según estudios recientes, la reserva en boronatrocalcita es formidable y constituirá

en el cercano futuro un renglón de primer orden en la minería argentina.

Hemos llegado al fin de nuestra recapitulación de los yacimientos minerales de la República Argentina, formados por la diferenciación sucesiva de las soluciones restantes de masas magmáticas en consolidación.

Con la exposición de este cuadro he querido implícitamente poner de relieve la conexión entre la ciencia teórica, la Mineralogía y la Petrografía y la ciencia aplicada: la Minería. Ninguna de las dos puede prosperar sin la constante colaboración de la otra. La Mineralogía y la Petrografía guardarán siempre su contacto con la Minería por su participación eficaz en la acumulación de nuestros conocimientos empíricos, mientras por otra parte tanto el minero, el técnico, como el financista de hoy, saben apreciar el valor de los conceptos teóricos, que le permiten evitar aquellas sorpresas desagradables, bajo cuales suelen sucumbir a menudo los hombres de preparación puramente rutinaria.

Con la creación del Profesorado y Doctorado en Ciencias Naturales, la Universidad Nacional de Córdoba, fiel a su tradición, ha dado también un nuevo impulso al cultivo de la Mineralogía y Geología, tanto por la intensión en difundir sus resultados por medio de la enseñanza secundaria, como por el estímulo que dará a la solución de problemas científicos y económicos para conocer y levantar los tesoros minerales que abarca el suelo de la República Argentina.

DR. ROBERTO BEDER

Profesor de Mineralogía y Petrografía de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.
