

EL MARAVILLOSO MUNDO MICROSCÓPICO

Palabras clave: mineralogía, calcografía, yacimientos estratoligados.
Key words: mineralogy, ore microscopy, stratabound deposits.

■ Milka K. de Brodtkorb

Profesora visitante de la Universidad Nacional de Río Cuarto

milkabro@gmail.com

■ 1. RESUMEN

Nací en Buenos Aires en 1932 y me gradué en 1956 de Licenciada en Ciencias Naturales, orientación geológica, en la Universidad de Buenos Aires, donde comencé a ejercer la docencia en la cátedra de Mineralogía. Luego ingresé en la Comisión Nacional de Energía Atómica donde realicé mi tesis doctoral y trabajé en planes de prospección de pórfidos cupríferos. He tenido varias becas de la Fundación *Alexander von Humboldt* e ingresé como Investigadora del CONICET, alcanzando la categoría de Investigador Superior. Dicté clases de mi especialidad en varias instituciones, y fui Profesora Titular en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales en la Universidad de Buenos Aires. Mis investigaciones se centraron en temas de mineralogía de minerales metalíferos y sobre yacimientos estratoligados y volcanogénicos marinos. Realicé alrededor de 280 publicaciones y me dediqué a la divulgación de la mineralogía con la edición de diversos libros sobre el tema. Obtuve varios premios y soy Académica de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.

■ 2. INFANCIA

Mis padres, alemanes, fueron Teodoro Kronegold que emigró después de la primera guerra mundial a la Argentina y Klara Heilmeier. Ambos gustaban de la naturaleza y de la música clásica. Ya con 6 años me llevaron al Teatro Colón a ver ballet y óperas infantiles, que hoy todavía recuerdo. De ambos indudablemente heredé estas preferencias. Mi infancia estuvo opacada por la enfermedad y posterior muerte de mi padre y por el hecho que mis tíos y abuelos vivían en Alemania durante la segunda guerra mundial y mis primos, como soldados, en el frente. Los había conocido en 1937.

■ 2. LA ESCUELA PRIMARIA Y EL COLEGIO SECUNDARIO

Hice la escuela primaria en el colegio alemán Goethe de Belgrano, que fuera cerrado a fines de 1945 por motivos de la guerra, por lo que no pude hacer la secundaria bilingüe en la misma institución como me hubiera gustado. En esos años tuve mi primer encuentro con la microscopía. A una amiga algo mayor que yo le regalaron un microscopio y me mostraba el maravilloso mundo microscópico. Me fascinaba ver

los paramecios en una gota de agua y no paraba de mirarlos. Por otra parte, mi maestra de biología de tercer grado me incentivó el amor a la botánica. Nos llevaba a la Plaza de Belgrano C, a pocas cuadras del colegio, y nos enseñaba las diferentes partes de una planta, las raíces, los troncos, las hojas y las flores. En clase hacíamos germinar diferentes semillas, viendo el crecimiento de ellas. Hice el secundario en el Liceo de Señoritas N° 1, J. Figueroa Alcorta, gustándome las materias geografía, botánica y química inorgánica. En segundo año tuve de profesora de zoología a la Dra. Edelmira Mórtola y en los recreos entre sus clases del 2° E y F, mostraba a los interesados cortes microscópicos afines. Otra vez estaba prendida al microscopio. En 5° año leí los libros *Volcanes y terremotos* y *La tierra inquieta*, los cuales me inclinaron finalmente a estudiar ciencias naturales y me decidí por la geología.

■ 3. LA FACULTAD

Ingresé en 1951 en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UBA, recibéndome en marzo de 1956. Me doctoré en 1963 con el tema "Geología y Consideraciones

genéticas del Yacimiento Huemul, Mendoza". Me inicié en la docencia en 1956/57 como Ayudante de Geología Regional. En segundo año tuve otra vez de profesora a la Dra. Edelmira Mórtola, esta vez en Mineralogía. Tuvimos una muy buena relación profesora-alumno y me invitó a ser Ayudante alumno *ad honorem* en la cátedra de Mineralogía. Entre 1960/64 fui Ayudante de Primera en esa materia.

■ 4. LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

Mi primer trabajo lo realicé en el laboratorio de Materias Primas de la CNEA, donde ingresé en marzo de 1957. Mi interés era especializarme en mineralogía, en particular de minerales metalíferos, ya que esa disciplina no se realizaba con profundidad en el país. Me casé con un compañero de estudios, Alejo Brodtkorb, y nos fuimos a Alemania, yo con una beca de la Fundación Alexander von Humboldt y él con una beca del Estado de Baviera. Fuimos primeramente a Munich, a estudiar calcografía, geoquímica y yacimientología. En las vacaciones tuvimos la oportunidad de hacer prácticas en Heidelberg con el eminente profesor. Dr. P. Ramdohr.

A la vuelta tuve la posibilidad de aprovechar mis conocimientos adquiridos al estudiar la mineralogía de los yacimientos uraníferos vetiformes de la paragénesis U-Co-Ni-Bi-Ag poco conocidos en esa época en el país y hacer mi tesis doctoral en un depósito estratoligado.

Entré a trabajar en la CNEA en el momento del gran auge del uranio en el mundo. Había recursos para trabajar, instrumental, microscopios, el primer aparato moderno de rayos X y dos jefes que me enseñaron muchísimo, el Ing. Victorio Angelelli y el Dr. Pedro Stipanovic, que fueron mis maestros durante muchos años.



Figura 1: De derecha a izquierda: Milka K. de Brodtkorb, Dra. Mórtola, A. Brodtkorb.



Figura 2: Estudiando calcografía en Alemania. 1958.

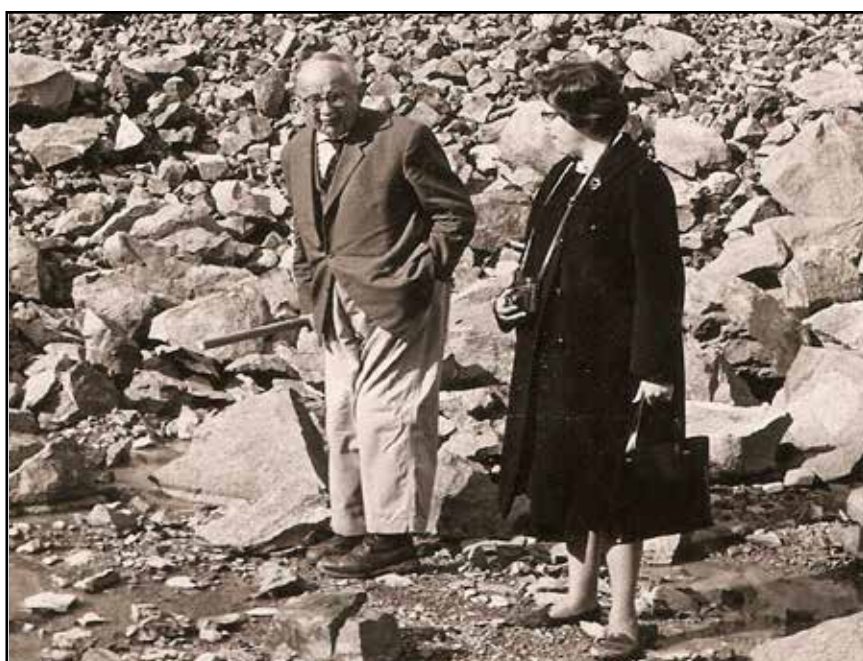


Figura 3: Con el Prof. P. Ramdohr. 1958.

■ 5. LOS PLANES DE PROSPECCIÓN DE PORFIDOS CUPRRÍFEROS

De 1965 a fines de 1969 fui a trabajar como jefe del Laboratorio de Mineralogía y Petrografía, junto con mi marido, al Plan Cordillerano que se desarrollaba en las provincias de Mendoza, sur de San Juan y norte de Neuquén. El Plan contaba con el apoyo de Naciones Unidas lo que implicaba tener fluidez económica para los trabajos. Una época muy fructífera en conocimientos adquiridos los que luego apliqué en el Plan NOA en Tucumán hasta 1971. En esos años se estudiaron importantes prospectos y yacimientos, algunos actualmente en producción. Sin embargo, las eternas inestabilidades institucionales del país, cuando se confunde investigación con política, hicieron que fuera nuevamente a Buenos Aires a la Dirección Nacional de Geología y Minería para seguir estudiando minerales y yacimientos metalíferos.

■ 6. CONICET

En Marzo de 1973 ingresé en la Carrera del Investigador Científico del CONICET, para a partir de 1984 y hasta 1999 en categoría de Investigador Principal. Desde 1987 con tiempo completo y desde diciembre 1999 a 2007, como Investigador Superior. Primeramente con lugar de trabajo en la Dirección Nacional de Geología, luego en el Instituto de Recursos Minerales dependiente de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, llegando a ser entre 1991 hasta 1996 Directora del Instituto. Luego con lugar de trabajo en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. En estos años y con colegas jóvenes pude desarrollar numerosos trabajos de grandes distritos mineros, las evaporitas de la cuenca neuquina y el distrito scheelítico de las Sierras Pampeanas

Orientales. En ese período tuve numerosos becarios y alumnos de doctorado.

De la cuenca neuquina había sólo algunos informes mineros pero nada sobre la génesis de esos depósitos. En nuestra primera campaña reconocimos que muchos de los yacimientos estaban relacionados a la Formación Huitrín, más precisamente al yeso, a lo largo de una decena de kilómetros. En próximas campañas descubrimos también los yacimientos en asociación a los yesos de las formaciones Auquilco y Tábanos. Evidentemente la génesis estaba relacionada a facies evaporíticas, que luego fueron confirmadas por estudios isotópicos de estroncio.

Con respecto a los yacimientos de scheelita en las Sierras Pampeanas Orientales habíamos visto en los Alpes depósitos de este tipo relacionados a anfíbolitas y comprobamos que varios de ellos, de la provincia de San Luis, correspondían a esa tipología.

En esa época pude concretar dos convenios internacionales, uno bianual con Italia a través de la Universidad de Roma La Sapienza entre 1991 y 1992 con el Dr. Mario Barbieri sobre isótopos de Sr de los yacimientos de celestina y baritina de la cuenca neuquina del que surgieron importantes trabajos sobre la génesis de estos yacimientos. El segundo convenio bianual fue con el Dr. Werner Paar de la Universidad de Salzburgo entre 1997 y 1998 sobre yacimientos no convencionales de oro y plata de Argentina.

■ 7. ESTADÍAS EN EL EXTERIOR

Como ya mencioné, tuvimos la oportunidad de especializarnos en Alemania a través de la Fundación Alexander von Humboldt en calcografía con el profesor Ramdohr del

Instituto de Mineralogía. Universidad de Heidelberg. Además realicé estudios de calcografía y geología económica con el Profesor Maucher del Instituto de Mineralogía y Geología Aplicada de la Universidad de Munich, ambos en la República Federal de Alemania durante los años 1957/58.

En esa época en la Universidad de Buenos Aires se seguían todavía teorías antiguas que explicaban los yacimientos casi exclusivamente por un origen hidrotermal, epigenético, de reemplazo o relleno. Pero había muchos depósitos que no cumplían con esos requisitos. En ese momento en Europa se habían reunido geólogos franceses, italianos, belgas y alemanes, entre ellos los profesores Maucher y Ramdohr, para desarrollar nuevas teorías sobre este tipo de yacimientos. Gestaron un gran cambio en su génesis pasando gran parte de los yacimientos tradicionalmente interpretados como hidrotermales epigenéticos a considerarlos estratoligados y sin-diagenéticos. ¡¡Estaba en el lugar y tiempo apropiado para nuevos aprendizajes!!

A los becarios de la Fundación Alexander von Humboldt que seguían en contacto con sus profesores, la Fundación ofrecía nuevamente becas de tres meses para la actualización de sus conocimientos. Así es que fui nuevamente a Alemania para estudiar calcografía y microsonda en el Instituto de Geología Aplicada de Munich con los profesores Maucher y Klemm en abril-junio de 1965; nuevamente calcografía en el Instituto de Mineralogía de Heidelberg con el profesor Ramdohr; Yacimientos estratoligados y sin-genéticos con el profesor Maucher en el Instituto de Geología Aplicada, abril-junio de 1971 y finalmente de abril a junio de 1983 fui invitada para visitar institutos de investigación geológica en Alemania.



Figura 4: A la derecha Silvia Ametrano. Congreso IAGOD, 1978.

Concurrí además a una veintena de reuniones, en especial los de la *Internacional Association of Genesis of Ore Deposits* (IAGOD) y de la *Society of Geology Applied to Mineral Deposits* (SGA), tanto en Europa como en los Estados Unidos.

En estos congresos tuve la oportunidad de conocer expertos internacionales y coordinar trabajos conjuntos en temas que en la Argentina no había laboratorios especializados, como ser microsonda electrónica, isotopía de C, O, Sr, B, estudios especiales de turmalinas, cuyos resultados fueron publicados oportunamente. También la visita a numerosos depósitos que se organizaban en estos eventos incrementó mis conocimientos de yacimentología.

■ 8. OTRAS ACTIVIDADES DO- CENTES

Los conocimientos adquiridos a través de las investigaciones realizadas me llevaron a dar cursos de posgrado sobre Mineralogía y Paragénesis de Minerales Metalíferos en la Universidad Nacional de San

Juan en 1962; en la Universidad Nacional del Sur en 1967 y 1968; en la Universidad Nacional de Córdoba en 1970, en la Universidad Nacional de Jujuy sobre Calcografía y Paragénesis Mineral en 1986, la Universidad Nacional de la Patagonia en 1997. Asimismo dicté cursos sobre Calcografía y Rayos X a los jóvenes profesionales de la Dirección Nacional de Minería y Geología en 1972. También en esos años dicté

varios cursos de Calcografía a profesionales aprovechando pasantías que ofrecían las Universidades de Comodoro Rivadavia, Bahía Blanca, San Juan, Catamarca y Jujuy. En la Universidad Nacional de La Plata dicté cursos de postgrado sobre Mineralogía de Yacimientos Metalíferos de 1983 a 1989. Con estos cursos de posgrado en las diferentes universidades nacionales, se puede decir que senté las bases de la microscopía de minerales metalíferos y sus paragénesis, a lo largo del país, formando numerosos discípulos quienes luego siguieron con la enseñanza de estas disciplinas.

En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires fui nombrada Profesora Asociada Ordinaria de Geología Económica a partir de 1991, pasando a Profesora Titular de Geología de Yacimientos en 1999 y a Profesora Titular Consulta hasta 2012. Desde 2001 a 2006 fui además profesora del “Curso de Especialización en Geología Minera” de esa facultad. En esos años fui también Profesora Visitante de la Universidad Nacional de San Luis (1996-2001). Me desempeño actualmente como Profesora Invitada de la Universidad Nacional

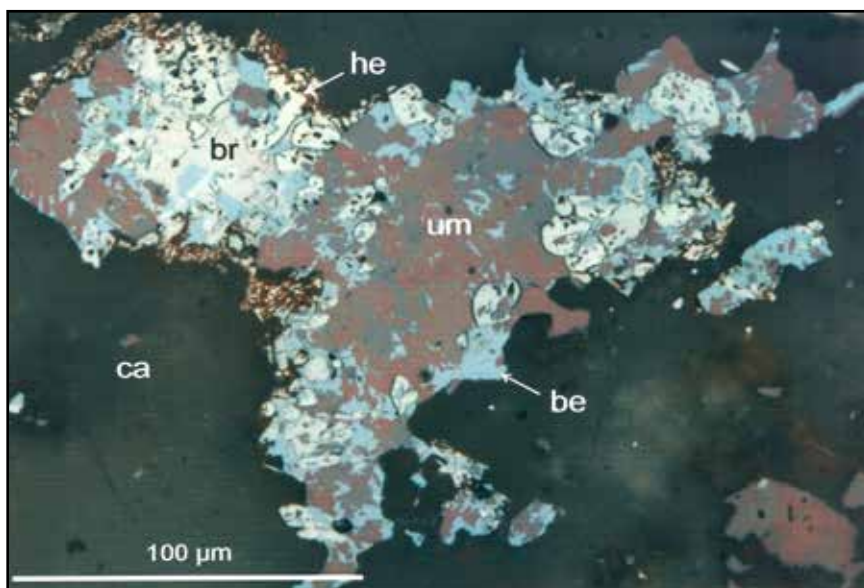


Figura 5: El mineral brodtkorbita (br).

de Río Cuarto desde 2011.

■ 9. HALLAZGO DE MINERALES NUEVOS Y OTRAS DISTINCIONES

Participé en el hallazgo de cinco minerales nuevos, de los cuales cuatro han sido ya aprobados por la *Internacional Mineralogical Association*. Ellos son suredaita, coiraíta, jagüeita, angelaíta y uno actualmente en estudio. A su vez fui honrada con el nombre de brodtkorbita, Cu_2HgSe_2 , hallada en el depósito Tumiñico en la provincia de La Rioja.

Los estudios realizados y los resultados de mis investigaciones me han llevado a recibir varios distinciones y premios como el "*Dr. Franco Pastore a la Investigación Científica 1990*" de la Asociación Geológica Argentina, la que me distinguió también como Miembro Honorario en 1999. Ese año recibí el *Premio de la Asociación Geológica Argentina* (Geología Aplicada, Geología de Yacimientos, Hidrología). He sido nombrada académica por la Academia Nacional de Ciencias, en Córdoba y recibido la distinción "A la trayectoria en Mineralogía" del Servicio Geológico Minero Nacio-

nal, ambos en el 2004. He recibido el premio "*Ing. Victorio Angelelli*" de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires en 2005; el premio "*Pellegrino Strobel*" de la Universidad de Buenos Aires en 2008; me han designado Profesora *Honoris Causa* de la Universidad Nacional de Río Cuarto en 2010, y he recibido una Distinción de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el 2014.

■ 10. REFLEXIONES FINALES

En mi vida profesional fui afortunada, dado que tuve varias oportunidades de estar al comienzo de una nueva era de conocimientos. Primero la génesis de yacimientos de uranio en sedimentos, luego el primer plan de exploración de pórfidos cupríferos argentino, el que cambió la escala de la producción minera del país, al que siguieron los depósitos estratoligados de Sr-Ba y los yacimientos volcanogénicos de scheelita. Estas revoluciones en el conocimiento las pude plasmar en la Argentina a través de numerosas investigaciones y publicaciones y lo que para mí ha sido aún más importante, en la formación de numerosos

discípulos en casi todas los centros importantes de investigación y enseñanza del país.

Si rememoro el comienzo de mi actividad geológica sin vehículos doble tracción, sin GPS, sin Internet, con una química muy pobre y lo comparo con el adelanto tecnológico de los últimos 50 años ¡me puedo llegar a imaginar los cambios que nos traerán los próximos decenios!

Sin embargo lo más importante seguirán siendo siempre las buenas observaciones de campo, para poder interpretar los resultados analíticos.

Todavía hoy, a mis 82 años, la microscopía me fascina, una mezcla de curiosidad y el poder observar la perfección de la naturaleza en sus texturas minerales.

■ BIBLIOGRAFÍA

Los trabajos que efectué a lo largo de más de cincuenta años se hallan representados en unos 280 publicaciones en libros, revistas y congresos nacionales e internacionales de los cuales mencionaré las siguientes:

Libros publicados

Brodtkorb, M.K. de (1989) *Non metalliferous stratabound orefields*. Editora Van Nostrand Reinhold. 332 p.

Brodtkorb, M.K.de (1992) *Geología de yacimientos de wolframio de las prov. de San Luis y Córdoba*. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata. Publicación 1.198p.

Brodtkorb, M.K. de, Sousa, J. (1992) *Recursos minerales y energéticos del Cretácico de América Latina*. IGCP 242. 320p.



Figura 6: De derecha a izquierda: A. Brodtkorb, N. Pezzutti, Milka K. de Brodtkorb. Calingasta 1996.

Libros publicados sobre mineralogía

- Angelelli, V., Brodtkorb, M.K. de, Gay H.D., Gordillo C. (1983) *Las Especies Minerales de la República Argentina*. Secretaría de Minería. Publicación Especial 528 p.
- Brodtkorb, M.K. de (2002) *Las Especies Minerales de la República Argentina*. . Tomo 1: clase 1: Elementos y clase 2: Sulfuros y sulfosales. Tomo 1: clase 1: Elementos y clase 2: Sulfuros y sulfosales. (Ed.) M.K. de Brodtkorb: Las Especies Minerales de la República Argentina. Asociación Mineralógica Argentina, 200 pp
- Brodtkorb, M.K. de (2006) *Las Especies Minerales de la República Argentina*. Tomo 2: Clase 7: Sulfatos. (Ed) M. K. de Brodtkorb: Las Especies Minerales de la República Argentina. Asociación Mineralógica Argentina, 438 pp.
- Brodtkorb, M.K. de (2014) *Compendio de Las Especies Minerales de la República Argentina*. Asociación Mineralógica Argentina, 758 p.
- Brodtkorb, M.K. de, Galliski M.A., Marquez Zavalía M.F., Colombo, F. (2014) *Las Especies Minerales de la República Argentina descubiertas entre 1828 y 2014*. Asociación Mineralógica Argentina, 98 p.
- Brodtkorb, M.K. de, Gay H.D. (1994) *Las Especies Minerales de la República Argentina*. Anexo 1981-1994. M. Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata. Publicación 4. 115pp.
- Brodtkorb, M.K. de, Pezzutti N., Latorre C., Vattuone M.E. (2007) *Las Especies Minerales de la República Argentina*. Tomo 3: Clases 9: Silicatos y clase 10: Minerales orgánicos. (Ed) M.K.de Brodtkorb: Las Especies Minerales de la República Argentina Asociación Mineralógica Argentina, 265 p.
- Las Especies Minerales de la República Argentina. Versión *on line* en [www. Asociación Mineralógica Argentina](http://www.asociacionmineralogica.org.ar) (2012).

El artículo 41 de la Constitución Nacional expresa:

Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano, y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes, sin comprometer las de las generaciones futuras.

Para ello, trabajamos en el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) en docencia, investigación y desarrollo tecnológico.

3iA



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL
www.unsam.edu.ar