

ISSN 1514-4186
ISSN on-line 1666-9479

INSTITUTO SUPERIOR DE CORRELACION GEOLÓGICA
(INSUGEO)

Serie Correlación Geológica 23

Historia de la Mineralogía

Ricardo J. Sureda

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo
Universidad Nacional de Tucumán
San Miguel de Tucumán
2008

ISSN 1514-4186
ISSN on-line 1666- 9479

**INSTITUTO SUPERIOR DE CORRELACION GEOLÓGICA
(INSUGEO)**

Serie Correlación Geológica 23

Historia de la Mineralogía

Ricardo J. Sureda

Profesor de Mineralogía
Universidad Nacional de Salta - CONICET
Alexander von Humboldt Stiftung
Heidelberg Alumni International

**Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo
Universidad Nacional de Tucumán
San Miguel de Tucumán
2008**

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS
Universidad Nacional de Tucumán
Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO)

Director: **Dr. Florencio G. Aceñolaza**

Directores alternos: **Dr. Alejandro Toselli y Dr. Alfredo Tineo**

Editor: **Dr. Florencio G. Aceñolaza**

Consejo Editor: Dr. Alejandro J. Toselli (INSUGEO), Dr. Alfredo Tineo (INSUGEO), Dr. Rafael Herbst (INSUGEO), Dra. Juana N. Rossi de Toselli (INSUGEO), Dra. Susana B. Esteban (INSUGEO), Dr. Guillermo F. Aceñolaza (INSUGEO), Dr. M. Franco Tortello (UNLa Plata), Dr. Carlos Cingolani (UN La Plata), Dr. Roberto R. Lech (CENPAT-Trelew), Dr. Ricardo Alonso (UN Salta); Dra Beatriz Coira (UN Jujuy), Dr. Juan Carlos Gutierrez-Marco (CSIC-España), Dra. Isabel Rábano (IGME-España), Dr. Julio Saavedra Alonso (CSIC-España), Dr. Hübert Miller (U. München-Alemania), Dr. Alcides N. Sial (U. Pernambuco-Brasil), Dra. Valderez Ferreira. (U. Pernambuco-Brasil), Dra. Renata Guimaraes Netto (UNISINOS, Brasil).

Dirección: Instituto Superior de Correlación Geológica. Miguel Lillo 205. 4000 San Miguel de Tucumán. Argentina.
E-mail: insugeo@csnat.unt.edu.ar - <http://www.unt.edu.ar/fcsnat/INSUGEO>.

Serie Correlación Geológica

Es una serie periódica editada por el INSUGEO. Tiene por objeto dar a conocer información de interés geológico, siendo los trabajos allí publicados originales (entendiéndose que no hayan sido publicados ni sometidos simultáneamente a otras publicaciones). En ella se incluyen artículos temáticos como asimismo trabajos monográficos. Todas las contribuciones tienen revisión siendo puestas en consideración de miembros del Consejo editor y de árbitros especialistas (ver Instrucciones a los autores).El contenido de los artículos es de responsabilidad de cada autor.

Está indizada en Latindex, Ulrich's International Periodical Directory, SCIRUS, Geo Ref, Zoological Record e integra Informe Académico de Thomson Gale.

Serie Correlación Geológica 1: Segunda Reunión del Proyecto 192 IGCP-UNESCO.

Serie Correlación Geológica 2: Geología de América del Sur.

Serie Correlación Geológica 3: Procesos Metalogenéticos.

Serie Correlación Geológica 4: El Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino.

Serie Correlación Geológica 5: Eventos del Paleozoico Inferior en Latinoamérica.

Serie Correlación Geológica 6: Cuencas Sedimentarias Argentinas.

Serie Correlación Geológica 7: Actas del V Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía.

Serie Correlación Geológica 8: El Magmatismo del Noroeste Argentino.

Serie Correlación Geológica 9: El Paleozoico Inferior en Latinoamérica y la Génesis del Gondwana.

Serie Correlación Geológica 10: Geología del Noroeste 2da Edición (*En prensa*).

Serie Correlación Geológica 11: Hidrogeología Subterránea.

Serie Correlación Geológica 12: El Paleozoico Inferior en el Noroeste del Gondwana.

Serie Correlación Geológica 13: II Congreso Argentino de Hidrogeología.

Serie Correlación Geológica 14: El Neógeno de Argentina.

Serie Correlación Geológica 15: Geología de los Cuerpos Igneos.

Serie Correlación Geológica 16: Aspects of the Ordovician System in Argentina.

Serie Correlación Geológica 17: Ordovician from the Andes.

Serie Correlación Geológica 18: Proceedings of the 7th. International Graptolite Conference.

Serie Correlación Geológica 19: Simposio Bodenbender.

Serie Correlación Geológica 20: Hidrogeología del Valle de Santa María.

Serie Correlación Geológica 21: Temas de la Geología; I y 2.

Serie Correlación Geológica 22: Geología y Recursos Geológicos de la Mesopotamia.

Instituto Superior de Correlación Geológica

Miguel Lillo 205

4000 - San Miguel de Tucumán - República Argentina

Índice

Introducción.....	12
Antecedentes prehistóricos y la antigüedad clásica	13
El Medievo	15
La Ilustración Renacentista.....	19
El impulso fundacional de la Bergakademie Freiberg.....	22
Las bases de la cristalografía morfológica	27
Los fundamentos químicos en la identificación mineral	30
La cristalografía en el siglo XIX.....	32
Química mineral, cristaloquímica y mineralogía sistemática en el siglo XIX	39
Óptica mineral en el siglo XIX	48
Los microscopios de polarización y su producción industrial.....	56
Los fundamentos físicos de la óptica mineral	59
Las aplicaciones petrográficas de la óptica mineral	60
La mineralogía sistemática fuera de Europa Central en el siglo XIX.....	64
La mineralogía en América anglosajona durante el siglo XIX	71
La mineralogía en Latinoamérica.....	74
Los rayos X y la cristalografía estructural avanzan en el siglo XX	83
La mineralogía y la petrología experimentales también avanzan en el siglo XX.....	91
La mineralogía y las nuevas Ciencias de la Tierra en el siglo XX	102
La minerografía o microscopía de menas y su historia	106
Mineralogía en el siglo XX: la Asociación Mineralógica Internacional (IMA)	122
Los mineralogistas durante el siglo XX en América del Norte y Japón	131
Los mineralogistas durante el siglo XX en Europa	159
Bibliografía.....	176

A mis queridos amigos,
que siempre han alegrado las horas de mi vida ...

Prólogo

Admiramos una piedra preciosa luciendo en un colgante, nos ilumina, refleja luces; un tallado adecuado realza la belleza que ese mineral nos ofrece. Nos llama a conocer su historia, cómo fue originalmente, de dónde proviene. Y, más nos apasiona si encontramos en la naturaleza minerales rodeados de superficies planas, a veces brillantes, que originan distintas formas poliédricas; entonces queremos descubrir su interior, y, lo podemos conseguir, saber cómo están organizados sus átomos, constatar que se distribuyen con un orden perfecto, además llegamos a conocer las características de cada átomo, saber porqué de las diversas formas y colores de los distintos minerales, aunque no se presenten como cristales. Si dirigimos la vista no a un cristal sino a diversos objetos del mundo tecnológico actual: celulares, agendas electrónicas, cámaras fotográficas, relojes, memorias de computadoras, etc., nos enteramos que entre los elementos de origen mineral que los componen existe uno fundamental para su funcionamiento, el litio, metal alcalino poco abundante que hoy tiene muchas aplicaciones; éste es solo uno de los tantos metales que nos provee el mundo mineral, resultado de los avances en los estudios mineralógicos, en este caso asociado a la tecnología. Si nos remontamos a épocas en que reinaba la naturaleza, ésta exclusivamente es la que proporcionó los elementos para la evolución del saber. Los minerales tuvieron un papel importante, y es la mineralogía la ciencia que ha penetrado en ese ámbito, comenzando con pasos lentos y luego con la aceleración que demanda la actualidad.

Esta historia de la mineralogía desarrollada por el Dr. Ricardo José Sureda Leston, Investigador del CONICET, comienza con las primeras acciones que realiza el hombre para integrar a su vida el mundo mineral; incursiona en un largo camino desde diferenciar los distintos materiales y sus aplicaciones, observaciones atraídas por lo desconocido; evidencia que interés y perseverancia llevan al progreso de toda idea. Se ocupa de personajes y vaivenes en los distintos tiempos, hasta llegar al establecimiento de la ciencia mineralógica. Describe los avances, con minuciosos detalles, siguiendo en orden cronológico el desarrollo de los conocimientos científicos y del instrumental que poco a poco se fue perfeccionando, fruto del esfuerzo alimentado por el amor en las aspiraciones, que guió a tantos estudiosos, lo que permitió llegar a la aparatología actual que nos da acceso a avanzados estudios mineralógicos, a penetrar en todo mineral, admirar su organización, entre otros logros; y esta marcha no se detiene. Resultan de inmenso interés los detalles que el autor nos ofrece desde los antiguos nombres que se conocen en la senda del saber. Aquellos que abarcando distintas disciplinas dan origen a los primeros pasos de la mineralogía, y continúa con datos históricos, recalando la obra y el valor intelectual de quienes el afán de conocimientos fue el motor de sus vidas. Recorre tiempos y lugares, incentivado por su pasión de hurgar en cada rincón, en procura de todo lo que enriquecerá la historia de los hechos que llevaron a la mineralogía de hoy. Así nos encontramos con jóvenes de distintas épocas que siguieron las huellas de los que los precedieron, y muchas veces varias generaciones de una misma rama que no cortaron los hilos de sus antepasados. En la didáctica de este relato, entusiasmo la vida de estos estudiosos que recorrieron largos caminos, recolectando y descubriendo minerales, que en gran cantidad, conservan los museos del mundo. El autor nos hace transitar por esas vidas; y él con pasos seguros continúa con el entusiasmo necesario el camino que trazaron tantos amantes de la disciplina que lo apasiona y que con manifiesta constancia contribuye a su enriquecimiento.

Ricardo Sureda nació en Río Gallegos, Santa Cruz (1946), tenía 13 años cuando perdió a su padre; único hijo varón, quedó al abrigo de su madre y tres hermanas mayores. Circunstancias familiares lo trajeron a la ciudad de Córdoba, donde terminó sus estudios secundarios e ingresó a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad

Nacional, con una decidida vocación por la carrera elegida, Geología. En segundo año cursó mineralogía, en ese entonces yo me iniciaba en la titularidad de la materia, así que fue mi alumno. Ese jovencito de mirada profunda indagaba más allá de lo que se daba en las lecciones ordinarias. Luego de cursar la materia fue un eficiente colaborador, su empeño y condiciones intelectuales se ponían de manifiesto en todas las actividades de la cátedra, donde su participación permitió la concreción de proyectos, por ejemplo, entre otros, la instalación del equipo necesario para estudios calcográficos. Ocupó distintos cargos hasta llegar, luego de recibir su título de Geólogo, a Jefe de Trabajos Prácticos (1971-1973). Este fue el inicio de su exitosa carrera docente. En 1973 se traslada a Salta al ser nombrado, por concurso, Profesor Adjunto de Mineralogía, responsable de la cátedra en la Universidad Nacional de esa ciudad, donde se ocupó de su organización incluyendo un adecuado laboratorio, que con esmero y esfuerzo logró con admirable éxito. Actualmente es Profesor Titular Plenario, posición obtenida por concurso. A la docencia le dio siempre el valor que corresponde, ofreciendo a los alumnos todo el caudal de conocimientos por él adquiridos. Completa sus clases con guías de prácticos y variadas y numerosas publicaciones didácticas. Su dedicación a la docencia fue a la par de amplias actividades en la investigación, con producción de reconocidos frutos. Su formación científica se acrecentó con el cumplimiento de diversas becas, entre la que se destaca la posdoctoral de la Fundación von Humboldt, de Alemania, que desarrolló en Grafing bei München (1979) y en Heidelberg (1980-1981), bajo la dirección de los profesores Univ. Prof. Dr. Christian Gerald Amstutz y del Univ. Prof. Dr. Paul Ramdohr. Se especializó en el estudio de minerales opacos y en la metalogenia de yacimientos minerales metalíferos. Cuenta con 99 publicaciones científicas; entre ellas cabe señalar el trabajo sobre el importante distrito minero polimetálico (Pb, Zn, Ag) "El Guaico", provincia de Córdoba, yacimientos hidrotermales de sulfuros y sulfosales, de su Tesis Doctoral defendida en la Universidad de Córdoba en 1978. Este estudio sigue siendo hasta la actualidad el referente principal sobre este tema. Es de valorar sus investigaciones metalogenéticas del noroeste argentino, particularmente meritorio es haber precisado la tipología sedex de los yacimientos de zinc y plomo en la sierra de Aguilar, provincia de Jujuy, y la evolución metalogénica en su historia geológica. Ha sido merecedor de los premios "Bernardo Houssay" otorgado por el CONICET en 1987, y "Roberto Beder" a la trayectoria mineralógica de la Asociación Mineralógica Argentina en 2002. Le ha sido dedicado el mineral suredaíta, sulfuro rómbico de plomo y estaño de la Mina Pirquitas, en la provincia de Jujuy, especie que configura una serie isomorfa de cristal mixto con ottemannita en el grupo de la estibinita. Es autor del hallazgo de numerosos minerales por primera vez en la Argentina, con varios estudios realizados en colaboración, coautor de la descripción del nuevo mineral catalanoíta, el primer fosfato mundial de genuino origen evaporítico hallado en la laguna de Santa María, en la Puna salteña, fosfato de sodio hidratado de simetría rómbica. En la docencia se destaca la formación de discípulos, becarios, tesis y dirección de investigadores. También ha dictado numerosos cursos y conferencias en distintas universidades del país y del extranjero. Cuenta con una larga lista de actividades anexas, entre otras, evaluaciones y actuaciones en institutos académicos y universidades. Recientemente ha sido nombrado Presidente de la Asociación Argentina de Geólogos Economistas. En estas líneas solo se pretende dar un panorama general de la trayectoria del autor de esta brillante historia de la mineralogía, que seguramente será obra de consulta recomendada entre todos los interesados por la evolución histórica de la ciencia de los minerales.

Dra. Hebe Dina Gay
Directora del Museo de Mineralogía y Geología "Dr. Alfredo Stelzner"
Universidad Nacional de Córdoba

Vorwort

Bereits im Altertum (Theophrast, Plinius der Ältere), in frühislamischer Zeit (Al Biruni, Avicenna) sowie im lateinischen MA (Albertus Magnus) bemühte man sich um eine gewisse Ordnung der Minerale. Zu Beginn der Neuzeit setzten unter Anderem Paracelsus und G. Agricola diese Bemühungen in Richtung auf eine genauere Beschreibung fort. Jedoch erst im 17. Jhd. wurden kristallographische Entdeckungen gemacht, unter denen die Untersuchungen von J. Kepler über die Schneekristalle, von R. Bartholin über die Doppelbrechung des Lichtes am Kalkspat und von N. Stensen über die Winkelkonstanz der Flächen und Kanten an Kristallen besonders zu erwähnen sind. Das 18. Jahrhundert brachte eine Verbesserung der Mineralanalysen (T. Bergman, M. H. Klaproth, N. L. Vauquelin). A. F. Cronstedt förderte die Mineralklassifizierung und wurde dadurch zu einem Vorläufer A. G. Werners, der durch seine systematische Mineralbeschreibungen als einer der Begründer der modernen Mineralogie gilt. Ab 1784 entwickelte R. J. Haüy aufgrund von Vorarbeiten von T. Bergman und J. B. L. Rome de l'Isle eine Strukturtheorie der Kristalle, wobei er bereits das Rationalitätsgesetz der Kristallographie verwendete, das 1809 von Ch. W. Weiss exakt formuliert wurde. Weiss führte auch den Zonenbegriff und den Begriff der Kristallachsen in der Mineralogie ein, und stellte 1815 die 6 Kristallsysteme fest. 1839 begründete W. H. Miller eine besondere Art der Indizierung (Millersche Indizes). J. F. Ch. Hessel führte 1830 den Begriff der Symmetrieachsen ein, von denen es, wie er bewies, nur 2-, 3-, 4- und 6zählige geben kann. Daneben konnte Hessel zeigen, dass die Zahl der Symmetrieklassen auf 32 beschränkt ist. Dies wurde 1850 auch von A. Bravais bewiesen. Bravais leitete zudem die 14 Translationsgitter ab. Nachdem G. Rose 1852 ein *„kristallochemisches Mineralsystem“* aufgestellt hatte, fasste P. Groth die bisherigen Erkenntnisse über Kristallformen und chemische Konstitution unter einem gemeinsamen Aspekt zusammen. 1912 bewies M. von Laue durch Röntgeninterferenz die von Groth angenommene Punktgitterstruktur der Kristalle. Die Symmetrie solcher Punktgitter-Ineinanderstellungen (230 Raumgruppen) hatte bereits J. St. Fjodorow 1890 und A. M. Schönflies 1891 abgeleitet.

Das 20. Jahrhundert ist durch eine rasante Weiterentwicklung bestehender und der Entwicklung neuer und bahnbrechender Untersuchungsmethoden in der Mineralogie gekennzeichnet. In Europa, den USA und in Japan entstehen Forschungszentren, wo gezielt mineralogische Grundlagenforschung mit neuen und besser geeigneten Instrumenten betrieben wird. Auflichtoptische Methoden (Hans Schneiderhöhn, Paul Ramdohr, Otmar M. Friedrich in Österreich) werden zur Untersuchung von Erzmineralien, von Erzverwachsungen und zur Klärung erzgenetischer Fragestellungen eingesetzt. In Südamerika, vor allem in Argentinien, werden die schon im 19. Jahrhundert begonnenen Forschungsaktivitäten (Ignacio Domeyko und Alfred Stelzner) von Juan Olsacher und Victorio Angelelli weitergeführt. In Bolivien untersucht Friedrich Ahlfeld erstmals die Lagerstätten der Silber-Zinn-Formation mit modernen auflichtmikroskopischen und gewinnt daraus wichtige genetische Erkenntnisse.

Die Anwendung der Elektronenstrahl-Mikrosonde zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und spezieller Röntgenmethoden zur Ermittlung der Kristallstruktur von Mineralien erlaubt die exakte Charakterisierung von Mineralkörnern im Bereich von einem Tausendstel Millimeter. Die in den letzten 20-30 Jahren des 20. Jahrhunderts jährlich neu gefundenen 40 bis 60 Mineralarten, die von einer internationalen Kommission der *„International Mineralogical Association“* (IMA - CNMMN) in einem speziellen Anerkennungsverfahren approbiert werden müssen, konnten vielfach nur unter Zuhilfenahme dieser neuen Techniken erfolgreich charakterisiert werden. Die Geschichte der Mineralogie im abgelaufenen Jahrhundert ist aber auch gekennzeichnet durch die Hinwendung zu

experimentellen Methoden, vor allem durch Helmut Winkler und Werner Schreyer in der Petrologie (“Experimentelle Petrologie”).

Heute, im 21. Jahrhundert, hat sich die mineralogische Forschungslandschaft enorm gewandelt. Im Vordergrund stehen materialwissenschaftliche und zunehmend anwendungsorientierte Forschungsthemen. Materialien werden gezielt auf ihre physikalischen und chemischen Parameter hin untersucht, und deren Kenntnis für die Herstellung künstlicher Produkte mit definierten Eigenschaften herangezogen. Wenn auch die Aktualität dieser “neuen Mineralogie” nicht geleugnet werden kann, so *muß* die Bedeutung der traditionellen mineralogischen Forschung neu erkannt und definiert werden. Eine Bewertung mineralischer Rohstoffe etwa ist ohne die Anwendung klassischer mineralogischer Methoden nicht bzw. nur unzureichend möglich. Wenn wir sie (die Methoden) aus einem Zeitgeist heraus “verlernen”, wird uns dafür die noch nicht geschriebene “Neue Geschichte der Mineralogie” “bestrafen”.

Die “Geschichte der Mineralogie” wurde von Univ. Prof. Dr. Ricardo J. Sureda, dem national (in Argentinien) und international weithin bekannten argentinischen Mineralogen und Lagerstättenforscher und persönlichen Freund in unnachahmlicher Weise zusammengestellt. Zu diesem grandiosen Werk, das eine fundierte Sachkenntnis und den weitgespannten Überblick über die dargestellte Materie reflektiert, ist der Autor uneingeschränkt zu beglückwünschen.

Werner H. PAAR

Salzburg, im Dezember 2007

Prefazione

Voglio esprimere innanzi tutto la mia gratitudine all'amico Ricardo Sureda per aver pensato a me per questo compito che affronto con orgoglio, sebbene con il consueto timore che mi attanaglia ogni qual volta devo trasferire sulla carta i miei pensieri e i miei sentimenti. Si perché di sentimenti si tratta; sentimenti di ammirazioni nei confronti di un amico lontano ma che sento vicino per comunanza di interessi e di passione per il nostro lavoro. Vicinanza maturata attraverso suppur brevi incontri ma soprattutto tramite la lettura dei suoi lavori che ci hanno fatto scoprire il suo valore ed il fascino di una terra, l'Argentina, che certamente tiene ancora nascosti molti dei suoi tesori mineralogici.

La scelta di fare la storia della mineralogia soprattutto decidendo di parlare degli uomini che non sono più tra noi, della loro avventura umana e delle loro necessità, fin dagli arbori della storia stessa, prima che del loro percorso e del contenuto scientifico di questa scienza, è una scelta che mi ha molto coinvolto. Ripercorrendo l'avventura umana di molti di questi illustri scienziati si scopre come il loro percorso scientifico sia stato spesso sostenuto da una passione direi innata per il mondo affascinante dei cristalli, passione che ha coinvolto, in tutti i tempi, anche cultori, diciamo dilettanti, che, pur rimando quasi sempre nell'ombra, hanno dato un contributo molto importante alla ricerca ed alla conoscenza della nostra terra.

In tutti i campi dell'esperienza umana non potrebbe esserci sviluppo se non si conoscessero e si tenesse conto delle esperienze del passato, dei successi e dei fallimenti. La storia, in questo caso della mineralogia, dovrebbe essere argomento di insegnamento ancora prima delle così dette certezze attuali; la conoscenza del percorso dei nostri predecessori è indispensabile per l'interpretazione delle attuali conoscenze e soprattutto è la fonte di ispirazione e di stimolo per la ricerca di future verità. In questo compito Ricardo Sureda è stato maestro, la sua storia della mineralogia, così come tutta la sua attività scientifica sono testimoni dell'elevatezza scientifico-culturale dell'uomo, esempio di rigore e di passione, indispensabili per ogni educatore quale lui è.

Prof. Univ. Dr. Paolo Orlandi
Cattedra di Mineralogia Sistemica e Gemmologia
Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Pisa

HISTORIA DE LA MINERALOGÍA

Ricardo J. SUREDA ¹

Resumen: *HISTORIA DE LA MINERALOGÍA.*- Esta historia de la mineralogía es un relato de la vida de los mineralogistas que nos precedieron en su relación con los minerales, gente con una vocación definida y orientada a la búsqueda, colección, estudio y ordenamiento de minerales. Comienza en el siglo V a.C. en la Grecia clásica y sigue luego en Roma, con los primeros registros escritos documentando sus propiedades elementales. Abarca el Medievo (siglos X a XV), la Ilustración Renacentista (siglos XVI y XVII) y la Revolución Industrial (siglos XVIII y XIX) para llegar, a través de la Modernidad, al Tercer Milenio. Los aportes históricos de los cultores de esta ciencia natural y de aquellas personas que nos legaron los saberes o las técnicas adecuadas, para ampliar el conocimiento sobre los minerales a través del tiempo, constituyen la esencia de la mineralogía. En los orígenes de la aventura humana y a diferencia de las exigencias perentorias que impuso la ingesta cotidiana sobre plantas y animales, tanto en la recolección primitiva como en la cosecha y la caza, la acumulación y el uso de los minerales fue un objetivo secundario asociado con aspiraciones de mayor comodidad y mejores condiciones de vida. Más allá de nuestra curiosidad ancestral de razón utilitaria en armas y ornamentos, la necesidad emergente de la salud perdida y la urgencia en superar la enfermedad se revelan como las motivaciones de mayor peso en el antiguo estudio de los minerales. La intención primaria fue siempre obtener supuestas propiedades medicinales. Las referencias acerca del empleo de minerales en ungüentos y pócimas terapéuticas atraviesan un arco histórico que parte con el griego Teofrasto, pasa por los ilustrados romanos de la república y el imperio, más tarde por aquel alquimista al servicio del señor feudal, se refugia en la Wunderkammer de los primeros monarcas europeos, hasta arribar oficialmente al *Jardin du Roy et de son Droguier* de Luis XIV en Francia, uno de los embriones formales de la industria farmacéutica. Una clasificación aceptable de minerales y sus propiedades distintivas estuvo disponible mucho antes que la química permitiera clasificar sustancias, moléculas y átomos. La historia de la mineralogía también ilumina cierta comprensión acerca de las relaciones en los tejidos sociales de la civilización occidental que compartimos. Con seguridad nos dice mucho más de la ciencia como la fuente única de conocimiento genuino y posible para el hombre. Esto es así pese a sus conocidas limitaciones y a la lentitud exasperante de su camino incierto, en especial para aquellos que reclaman respuestas rápidas e inequívocas, o al menos disponibles en el breve lapso de la existencia individual. El color, la belleza y la simetría de los cristales minerales es uno de los escasos refugios de certezas que ayuda a olvidar el odioso fundamentalismo metafísico de la promesa eterna. Los coleccionistas de minerales de todas las épocas lo supieron siempre. El precio de las joyas y los metales suele correr parejo con la magnitud de nuestra incertidumbre, barómetro preciso de orfandad filosófica. En tal sentido la historia de la mineralogía configura un pequeño capítulo de la historia de la ciencia.

Abstract: *HISTORY OF THE MINERALOGY.*- This history of the mineralogy presents the life stories of mineralogists, people devoted to the search, collection, study, and ordering of minerals. It begins in the 5th century BC with the first known written records on the basic properties of minerals, in classic Greece and then in Rome. From the Middle Ages (10th to 15th centuries), the Renaissance Illustration (16th and 17th centuries) and the Industrial Revolution (18th and 19th centuries) it reaches, through Modernity, up to the Third Millennium. The historical contributions provided by the exponents of this natural science and those who passed on their knowledge and adequate techniques in order to widen the knowledge about minerals through time, represent mineralogy essence. Early in the human adventure, where the daily demand of nurturing on plants and animals would lead to primary hunting and cropping, the collection and use of minerals was a secondary objective associated to an ambition of comfort and better life conditions. Beyond our ancestral curiosity regarding the usage of weapons and ornaments, the arising need of lost health and the haste to overcome disease are disclosed as the most relevant motivations in ancient minerals' study. The original intention was always to get alleged medicinal properties. References concerning the use of minerals in therapeutic unguents and potions have a historical range from the Greek Theophrastus, through the republican illustrated Romans and the Empire, alchemists serving feudal lords, the Wunderkammer of the first European kings, and finally, to the *Jardin du Roi et de son Droguier* in Louis 14th French courtship, a formal embryo of

¹ Cátedra de Mineralogía, Universidad Nacional de Salta – CONICET Avenida Bolivia 5150 – 4400 Salta, Argentina.- e-mail: sureda@sinectis.com.ar - rjsureda@unsa.edu.ar

the pharmaceutical industry. An acceptable mineral classification and their distinctive properties was available long before chemistry allowed to classify substances, molecules and atoms. The history of mineralogy also enlightens the relationships in the social dynamics of our Western civilization. Certainly, it tells us more about science as the only source to genuine human knowledge feasible to men, despite its known limitations and its exasperating slowness of an uncertain path, especially for those who claim rapid and accurate answers -or at least- to be available within the brief segment of individual existence. Color, beauty and symmetry of crystals are one the few certainty refuges that help us to forget the hateful metaphysical fundamentalism of eternal promise. Mineral collectors of all times have always known this. The price of jewels and metals usually goes hand in hand with the magnitude of our uncertainty, precise barometer of philosophical orphanhood. In this sense, history of mineralogy shapes only a small chapter in the history of science.

Introducción

La historia de la mineralogía es la historia de las personas que se han fascinado con los minerales en todos los tiempos de la humanidad, tiempos en los cuales vivió gente interesada en su búsqueda, colección, ordenamiento y estudio. La historia de la mineralogía es parte de la historia de las ideas y del conocimiento humano organizado que denominamos ciencia, una parte muy significativa de las ciencias de la Naturaleza. Así como la mineralogía es la ciencia de los minerales, una historia posible de la mineralogía narra la vida de los mineralogistas que ya no están. Es evidente que no existiría el conocimiento que tenemos hoy sobre los minerales si ciertas personas, los mineralogistas difuntos a cuyas existencias se refiere este libro, nunca hubieran vivido. Sus aportes históricos constituyen la esencia misma de la mineralogía. Es casi seguro que otras personas hubieran ocupado su lugar, con otros descubrimientos y en otro calendario de nombres y hallazgos. En esta hipotética alternativa los contenidos de la mineralogía podrían llegar a ser bastante parecidos, pero con seguridad la historia de esa mineralogía sería absolutamente diferente. Hoy conviven muchas personas cuyos logros realizados tal vez le brinden un lugar en las historias de la mineralogía del futuro. Esta historia de la mineralogía documenta la vida de mineralogistas y de gente que, sin serlo, ha contribuido mucho al conocimiento del mundo mineral. Es un relato sucinto del pensamiento, saberes y aportes que algunas personas legaron a otras sobre los minerales, de un modo directo o indirecto, a través de las generaciones y en el marco histórico general. Siempre es bueno recordar que un relato sólo contiene la visión personal del narrador sobre el tema elegido, de este modo todo error u omisión que se deslice en el texto es responsabilidad exclusiva del autor.

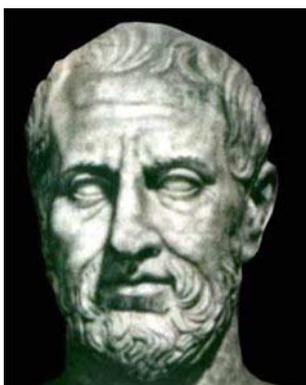
La cordial invitación del director del Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO) de la Universidad Nacional de Tucumán, Prof. Dr. Florencio G. Aceñolaza, para escribir una historia de la mineralogía está en el origen de este libro. El desafío implícito en la invitación volvió la mirada a la experiencia docente y de investigación que suma ya más de cuarenta años en esta hermosa ciencia y a la revisión de los antecedentes disponibles. Como acontece con frecuencia, allí estaba la referencia confiable del maestro común en la Córdoba universitaria de nuestra juventud. El último jalón sobre la materia en la Argentina lo había puesto aquel inolvidable profesor de mineralogía de la Universidad Nacional de Córdoba que fuera en vida el Dr. Juan A. Olsacher, apenas unos pocos años antes que arribáramos a este mundo con el Dr. Aceñolaza. Efectivamente, su trabajo intitulado *Breve Historia de la Mineralogía* vio la luz editorial el día 9 de Junio del año 1939 en la imprenta de la universidad y en un servicio para el Museo Provincial de Ciencias Naturales de Córdoba. Era el Dr. Olsacher director de este museo en la oportunidad de legarnos esa guía sumaria, global y certera en el asunto, de la cual opinó, con su habitual modestia, que: *no puede tener otra pretensión que ser útil a aquellos estudiantes a quienes no es accesible la bibliografía extranjera*. Pese al tiempo transcurrido, el autor comparte hoy idéntico mensaje de propósitos.

Antecedentes Prehistóricos y la Antigüedad Clásica

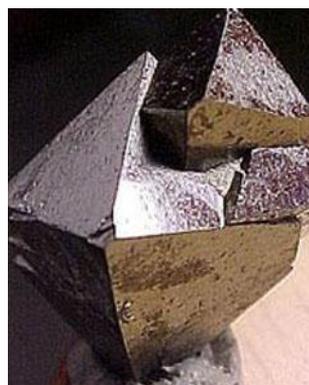
El uso de los minerales por el hombre precedió largamente al establecimiento de la Mineralogía como ciencia. Los datos de la antropología, con la documentación asociada a los sitios habitados por el hombre primitivo, permiten comprobar este aserto y enumerar una larga lista de minerales empleados en la vida cotidiana de las antiguas sociedades humanas. El diseño de utensilios, armas, joyas y variados objetos de culto o de adorno, registran el uso de cuarzo, obsidiana, ópalo, turquesa, malaquita, oro, cobre, plata, granates, corindón, topacio, hematita, olivino, jadeíta, alabastro, lazurita, entre algunas decenas de especies minerales con características muy apreciadas para estas finalidades prácticas. La relación de los minerales con el hombre prehistórico es muy vieja. Antecede al Holoceno y al *Homo sapiens*, y es conocida en las comunidades de prehomínidos (*Homo habilis*, *Homo erectus*) bajo la forma de utensilios y ornamentos en asentamientos tan antiguos como 0,9 y 1,2 Ma. Uso no significa conocimiento científico acreditado y la mineralogía como tal, ciencia de los minerales, se inicia mediante algún registro descriptivo y documentado con las propiedades de sus especies y variedades. A pesar que los arqueólogos prueben la elaboración de joyas de oro puro y macizo en Hotnitsa, Bulgaria central, un sitio distante 9 milenios del presente, o la explotación minera de turquesa, organizada por los faraones de Egipto en la península de Sinaí, con más de 4500 años de antigüedad, sin la versión escrita de un relato coherente sobre propiedades de los minerales no hay conocimiento organizado, ni reproducido por fuera de la transmisión oral y en consecuencia tampoco hay ciencia de los minerales. Los atisbos de una mineralogía incipiente aparecen en la Grecia clásica del siglo V a.C. cuando HERODOTO (484-420? a.C.) utiliza en la Odisea el vocablo *krystallos* para aludir al hielo. Casi un siglo más tarde PLATÓN (428-348 a.C.) le adjudica en el Timeo el doble significado de hielo y cristal de roca con origen etimológico en *krynos* = frío y *balas* = sal. Estas raíces griegas se conservan al presente en ciencias tan distantes como la cristalografía y la criogenia. Grecia es el umbral de esta historia de la mineralogía. Aristóteles (384-322 a.C.), padre de las ciencias naturales y el más destacado epígono de Platón, tuvo a su vez un discípulo llamado TEOFRASTO (372-277 a.C.) que es considerado precursor de la mineralogía, de la botánica y de la zoología. En un ensayo titulado “*Sobre las piedras*” (315 a.C.), Teofrasto describe cinabrio, crisocola, espinelo, magnetita y yeso, especies de su autoría por el principio básico de la prioridad en ciencia para aquel investigador que ingresa al registro del conocimiento humano un objeto del mundo natural, sean estos estrellas, planetas, cometas, asteroides, especímenes biológicos vivos o fósiles, al igual que los propios minerales.



Cinabrio HgS - $P3_21$



Teofrasto (372-277 a.C.)

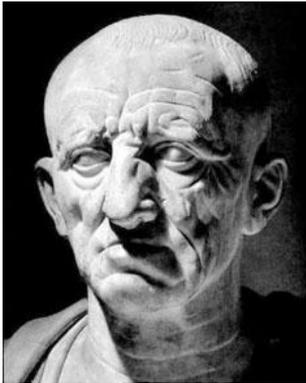


Magnetita $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}\text{O}_4$ - $Fd3m$

La mineralogía sistemática actual lo ubica como autor de las cinco especies citadas al

entender que su descripción es satisfactoria e inequívoca. El color y la densidad de los minerales son las dos propiedades más relevantes en las descripciones de Teofrasto. El hidróxido de níquel trigonal, teofrastita, de Vermion, Macedonia, Grecia, es el mineral que le dedicaron a su memoria Marcopoulus y Economou en el año 1981.

En Roma, cuando la superioridad de la legión romana frente a la falange griega cambió dramáticamente la ecuación del poder en el mar Mediterráneo tras las batallas de Cinoscéfalos (197 a.C.) y de Pidna (168 a.C.), MARCUS PORCIUS CATO (234-149 a.C.), político y orador, impulsó la literatura latina frente al clasicismo griego. Sus obras, "*De agri cultura*", junto a la recopilación "*Praecepta*", influyeron en la célebre historia natural de Plinio. Tres siglos después, Gaius Plinius Secundus (23-79 d.C.), más conocido como PLINIO EL VIEJO, fue un romano que hacia el año 77 escribió una notable enciclopedia de ciencias naturales "*Naturae Historium Libri*", en treinta y siete volúmenes. Los últimos cuatro tomos estaban dedicados a los minerales. Ágata, alabastro, berilo, calcita, casiterita, diamante, electro, galena, hematita, malaquita y oropimento son las especies comunes que la sistemática mineral coloca a su nombre en la actualidad.



Marcus Porcius Cato (234-149 a.C.)



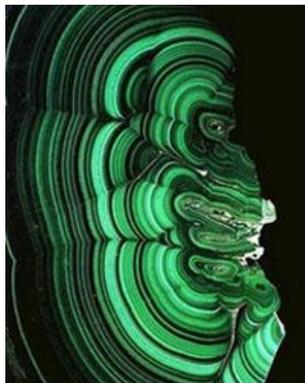
Gaius Plinius Secundus (23-79 d.C.)



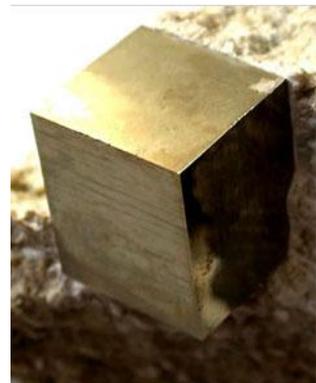
Pedanius Dioscorides (40-90?)



Diamante C - Fd3m



Malaquita $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2|\text{CO}_3]$ - P2₁/a



Pirita FeS_2 - Pa3

PEDANIUS DIOSCORIDES (40-90?) un farmacéutico y físico griego, vivió en el siglo I atesorando fama de naturalista y buen observador. En el año 77 escribió "*De materia médica*", en cinco tomos, con la descripción de 600 plantas para herboristería y casi mil drogas de

aplicación medicinal. La mineralogía sistemática le acredita la descripción de serpentina y de pirita, el disulfuro de hierro cúbico paramórfico; también de melanterita, el sulfato de hierro monoclinico heptahidratado, este último un producto de alteración muy común de pirita.

El Medievo

La decadencia de la civilización grecorromana sumerge a Europa en la oscuridad del misticismo y la sinrazón por los siguientes quince siglos, lapso donde cobran singular fuerza las religiones semitas que bajaron del Arca de Noé y tuvieron su primer referente en el patriarca Abraham. Sus tres profetas o mesías sucesivos de credos monoteístas, exclusivos y excluyentes, marcaron con deplorable intolerancia el signo de los tiempos venideros, largo cono de sombras donde languideció el pensamiento científico y se perdió un valioso acervo de conocimientos. Un milenio después de la obra de Plinio, pocas décadas antes de la Primera Cruzada a Jerusalem (1095-1099) que el papa Urbano II propició desde Clermont-Ferrand, en Francia central, y en plena expansión del Islam en Africa, Asia central, Europa, India e Indonesia, ABÚ RAYHÁN MUHAMMAD IBN AHMAD AL-BIRUNI (973-1048), un intelectual persa de confesión musulmana se destacó en astronomía, antropología, geodesia, geología, química y física. Cobijó una mente científica y enciclopédica como historiador, filósofo, geólogo, matemático y farmacéutico. Nació en Khwarazm, localidad ubicada al noreste del imperio persa que hoy pertenece a la República de Uzbekistán. Estudió matemáticas y astronomía con Abu Nasr Mansur en el centro cultural y universitario establecido por el sultán Abu al-Abbas Ma'mun Khawarazmshah en su corte de la ciudad de Ghazna, Afganistán (1018), donde Al Biruni pasó casi toda su vida, a excepción de una larga campaña a la India acompañando al califa en calidad de tutor y real consejero. Su vida acompañó el apogeo de la dinastía musulmana abásida (750-1258) con capital en Bagdad y regente de un elevado número de sultanatos dependientes que se extendían entre España y la India. Al Biruni registró 146 publicaciones en ciencias, de las que se conserva una sexta parte y sólo dos libros versaron sobre minerales y piedras preciosas, en un contexto donde predominó la astronomía (35 libros), astrología (23), geografía, geología y geodesia (22), matemáticas y meteorología (16), literatura (16), historia, filosofía y religión (9), física, medicina y farmacología (9) y otros nueve en temas diversos.



Al-Biruni (973-1048)



Avicenaite Tl₂O₃ - Ia₃



Avicena (980-1037 d.C.)

El libro intitulado *Gemas* lo escribió en el tramo final de su vida y lo dividió en dos partes –1. Piedras preciosas y 2. Metales– con las propiedades de un centenar de minerales conocidos, su yacencia, rocas asociadas, color, dureza, producción, costos y precios. Tal vez lo más interesante sea la determinación de la densidad mediante balanza hidrostática con datos en

18 minerales y una precisión que apenas se alcanzó en Europa ocho siglos después. También calculó el radio de la Tierra en 6.339,6 km, un valor que Europa obtuvo seis siglos más tarde. Describió los depósitos minerales del ámbito que conoció en el imperio persa y sus campañas (China, India, Ceilán, Bizancio, Persia, Egipto, Mozambique y la Europa oriental). Aún cuando tuvo amplio reconocimiento en el mundo musulmán, la influencia de Al Biruni en la ciencia occidental fue irrelevante e indirecta durante el Renacimiento, por cuanto sus trabajos fueron traducidos del árabe a una lengua europea recién en el siglo XX. Su obra *Gemas* fue traducida al ruso en el año 1963, dentro de un programa soviético de investigaciones históricas árabes. La mineralogía también documenta el aporte de un médico árabe radicado en el sur de España. ABU ALI AL-HOSAIN IBN ABDALLAH IBN SINA (980-1037 d.C.), AVICENA en los textos latinos, escribió *Ille Canon* (la regla) y estableció en Granada el primer orden sistemático de los minerales en cuatro grupos con sus antiguas aplicaciones médicas. El criterio sistemático de Avicena los separó en: 1. las piedras que no daban metales (refractarias al fuego); 2. los metales o piedras metálicas (dejan régulo metálico al quemar); 3. los azufres (totalmente volátiles al quemar); 4. las sales (solubles en el agua). El mineral avicenita, un óxido cúbico de talio procedente de Bukhara Uzbek, cordillera Zirabulak, Samarkanda, República de Uzbekistán, fue estudiado y nominado a su memoria por Karpova *et al.* en el año 1958.

Trescientos años más tarde de La Regla de Avicena, en Persia vivió Yahya Zakariya ibn Muthammad ibn Mahmud al-Qazwini (1203-1283), físico, geógrafo y jurista musulmán que nació en el pueblo de Qazvin, en el Irán actual. Hacia 1233 se trasladó a estudiar a Damasco, Siria, y en 1240 se incorporó de jurisconsulto en la corte del último califa abásida Al-Mousta' sim bi-Allahh en Bagdad, califa ejecutado al ocaso de esa dinastía en 1258, durante el saqueo e incendio de la ciudad por los mongoles del Hulagu Khan, nieto del legendario Genghis Khan. Al-Qazwini practicó ciencia en astronomía, física, mineralogía, geología y geografía, a la par de su cargo formal de abogado y de hombre de letras o notario en la corte de su sucesor árabe, Ata-Malik Juwayni, hasta su fallecimiento en 1283. Autor de un tratado de geografía donde describe una teoría de los siete climas diferentes en el mundo conocido, con referencias económicas, la descripción de ciertas industrias del imperio persa, como los molinos movidos con las aguas del río Tigris en Mosul. También fue autor de una cosmografía titulada *Maravillas de las cosas creadas y curiosidades de las cosas existentes*, que incluyó conocimientos mineralógicos árabes y relatos fantásticos acerca de sus aplicaciones médicas y esotéricas. Sostuvo que los minerales transparentes se han formado del agua y los opacos a partir de una mezcla de agua y tierra. Describe amatista, galena y magnetita, postulando la influencia de los astros en el origen de los metales, una creencia con raíces babilónicas que se proyectó en los símbolos usados por la alquimia. La intensa actividad minera en la región alemana de Freiberg, en Sajonia, fue responsable de un lento movimiento técnico que culminaría cuatro siglos después, al fundar su memorable Academia de Minas. En la Europa central del siglo XIII transcurrió la existencia de ALBERT VON BOLLSTATT (1207-1280), un alquimista latinizado, que firma como ALBERTUS MAGNUS sus escritos y considera que los metales se formaron por dos principios, uno térreo y otro acuoso, en el marco de los cuatro elementos griegos. Su libro *De rebus metallicis et mineralibus* explica el origen de los yacimientos por destilación de los metales en el interior ígneo del planeta y su condensación en vetas formadas por relleno de fracturas en la corteza. Obra escrita tres décadas después de la batalla de Bouvines (1214), que Oton IV de Germania perdió a manos del monarca galo Felipe Augusto, tiene el mérito de ligar textos griegos y árabes antiguos a una experiencia empírica novedosa en el dogmático mundo medieval.

Dos siglos más tarde aparecen algunos otros precursores de la ciencia mineralógica. VANNOCCIO BIRINGUCCIO (1480-1537) fue un italiano hábil en minería y metalurgia que nació en Siena. Su única obra conocida, *De la Pirotechnia* (1540), tuvo gran influencia en su tiempo y

fue publicada tres años después de su muerte. A más de cuatro siglos de su desaparición, el mineral biringuccita, borato monoclinico de sodio y una molécula de agua de cristalización, recuperado del campo geotermal de Lardarello, Italia, fue descrito y nominado a su memoria por Cipriani en 1961. THEOPHRAST BOMBAST VON HOHENHEIM (1493-1541), un alquimista suizo más conocido como PARACELSO, a través de la observación analítica y la práctica médica en las comarcas mineras centroeuropeas, separó y describió el zinc como elemento metálico en los tiempos que el sultán Suleimán el Magnífico asediaba la ciudad de Viena (1529).



Paracelso (1493-1541)



Agricola (1494-1555)



Palissy (1510-1589)

Bórax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ - C2/c

Portada "De re metallica" (1556)

Fluorita CaF_2 - Fm $\bar{3}m$

Sobresale la figura del alemán GEORG BAUER (1494-1555), que nació (Glauchau) y murió (Chemnitz) en Sajonia. Tuvo amplia influencia intelectual al punto de ser considerado el padre de la mineralogía por el Renacimiento europeo. Más conocido como AGRÍCOLA, su pseudónimo latino, estudió filosofía, teología y medicina en Leipzig, Tübingen, Bologna, Padua y Ferrara. Se recibió en 1526 y se instaló en el poblado de Joachimsthal, hoy en la República Checa, un centro minero en donde ejerció la medicina (1527). Allí se interesó vivamente en el estudio de las sustancias minerales empleadas de medicamentos. Extendió sus investigaciones al campo de la mineralogía y a la teoría de las menas, así como a las técnicas empleadas en la minería. A diferencia de Paracelso, Agricola fue mejor mineralogista que médico, si bien las necesidades humanas en salud seguirán estimulando el conocimiento de los minerales. Sus obras publicadas *De orto et causis subterraneorum* (1544), *De natura eorum quae effluunt ex terra* (1545), *De natura fossilium* (1546), *De natura possibilium*, *De veteribus et novis metallis* (1546) y *De animantibus*

subterraneis (1548) y *De l'arti dei metalle* (1563), son textos originales de mineralogía escritos con sus métodos para identificar minerales y preparar medicamentos. Sus técnicas de mineralogía determinativa eran básicamente correctas y sus principios han perdurado hasta hoy. Describe el color, lustre, transparencia, densidad, clivaje y fractura entre las propiedades físicas y fue el primero en reconocer el origen orgánico de los fósiles, pero el tratamiento de las formas cristalográficas aún necesitaba de futuros estudios. La sistemática mineral moderna lo reconoce descubridor de almandino, bismuto, bórax, fluorita y salmiac. Tres de las cinco especies son muy buenos fundentes y el beneficio de minerales es la disciplina que más le debe al talento de Agrícola, venerado también como padre de la metalurgia. Tanto su primer libro, *Bermannus, sive de re metallica dialogus* (1528), al igual que el último, *De re metallica libri XII* (1556), tratan ambos sobre minería y metalurgia con la descripción precisa de los métodos de explotación de minas y el beneficio de las menas extraídas. En 1536 Agrícola se trasladó a la ciudad de Chemnitz, en Sajonia y al WSW de Freiberg, un centro importante de la industria minera alemana y fue electo Bürgermeister (intendente) en el año 1546. De fe católica en una sociedad de mayoría luterana, su muerte ilustra una época signada por conflictos religiosos. Falleció de un ataque de apoplejía en el medio de un acalorado debate confesional con un pastor protestante, tras desempeñarse nueve años en el gobierno de la ciudad. *De re metallica* fue su obra magna y la razón de su merecida fama. Editado en Basilea un año después de su muerte, tuvo una divulgación mundial notable como texto de consulta en minería. Por azar y las curiosidades del imperio español, con sus grandes intereses mineros en América, todavía hoy se conserva un ejemplar del año 1556, de la edición original, en la iglesia de San Francisco de la ciudad de Salta, Argentina.

El ceramista francés BERNARDO DE PALISSY (1510-1589) fue el primer adelantado a la Ilustración describiendo las arcillas como minerales y buena materia prima artesanal. Su libro *Discours admirable de la Nature des Eaux et Fontaines* (1580) escrito en su lengua nativa, no en latín como era la costumbre de las clases ilustradas, se editó en París seguido de un extenso y elocuente subtítulo: *discurso admirable de la naturaleza de las aguas y de las fuentes, de los metales, de las sales y salinas, de las piedras, de las tierras, del fuego y de los esmaltes*. Agudo observador y muy diestro con las porcelanas, Palissy es recordado también como un pionero en reconocer las arcillas y explicar el ciclo hidrológico natural junto al origen de las aguas subterráneas. Murió en la hoguera por sus ideas independientes y por descreer públicamente en la validez del Diluvio Universal. Época de extrema intolerancia religiosa, el 12 de agosto de 1553 el Papa Julio III ordena quemar el Talmud. Un farmacéutico italiano nacido en Verona y gran coleccionista de minerales fue FRANCESCO CALZOLARI (1521-1600), cuyas colecciones alcanzaron gran dimensión y fama organizando un museo privado conocido como Museo Calzolari. Tras su muerte el museo siguió abierto y en 1622 Bernardo Ceruti y Andrea Chiocco publicaron un libro con el material de exhibición intitulado *Museum Calceolari*. Esta colección, de gran valor económico, permitió a sus herederos venderla por partes hacia el año 1640. Una parte la compró el conde veronés Ludovico Moscardo para su importante museo, del cual se conoce un catálogo publicado en 1656, seguido por un libro editado en el año 1672 intitulado *Notte ovvero Memorie del Museo del conte Lodovico Moscardo nobile veronese*. El italiano ULISSIS ALDROVANDI (1522-1605) fue sobrino del papa Gregorio XIII, profesor de la Universidad de Bologna y director del jardín botánico de la universidad. Hijo dilecto de esta ciudad, publicó numerosos trabajos sobre las ciencias naturales. Su libro sobre los minerales intitulado *Musaeum Metallicum* (1648) fue impreso por Bartholomaeus Ambrosinus, décadas después de su muerte. El italiano MICHELE MERCATI (1541-1593) nació en San Miniato y estudió en Pisa con el maestro Andrea Cesalpino. Al servicio del Papa en Roma, como prefecto del Pontificio Orto Botanico, tuvo a su cargo la colección mineral del Vaticano entre sus variadas obligaciones. En los años 1575 a 1589 confeccionó un catálogo manuscrito con el inventario de los minerales existentes, catálogo que sólo fue publicado casi dos siglos después en el libro titulado *Metallototeca Vaticana*

(1717). Otro farmacéutico italiano FERRANTE IMPERATO (1550-1625) nació y trabajó en Nápoles donde conformó una colección de minerales. Publicó *Discorsi in torno a diversi così naturali*, libro impreso tras su muerte en el año 1628. Erigió un afamado museo con diversos objetos de las ciencias naturales y escribió el catálogo de su contenido que tuvo dos ediciones impresas: *Historia Naturalis I* (Nápoles, 1599), una de ellas *post mortem*, la *Historia Naturalis II* (Venecia, 1672). Una cita muy breve para el italiano ANGELO SALA (1576-1637), precoz inventor de la fotografía, que ensayando con sales de plata definió las bases del proceso fotográfico. En 1614 logró reproducir una imagen del sol sobre un papel embebido con nitrato de plata en polvo. En 1521 un pintor y alumno de Leonardo da Vinci (1452-1519), Cesare Cesariano, publicó un diseño de cámara oscura para obtener imágenes invertidas en una habitación. Este recurso de apoyo a los pintores se difundió con Giovanni Battista “Giambattista” della Porta (1538-1615) y su publicación de 1558, recurso al cual el físico italiano Gerolamo Cardano (1501-1576) le adicionó una lente de entrada. No obstante, faltaban más de doscientos años de conocimientos y técnicas sobre óptica y química para proporcionar a la fotografía el soporte adecuado a fin de poder preservar imágenes de objetos iluminados. En el siglo XVIII, varios científicos como el sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), el suizo Jean Senebier (1742-1809), los ingleses Thomas Wedgwood (1771-1805) y Humphry Davy (1778-1829) estudiaron la acción de la luz sobre las sales de plata. Recién en 1826 CHRISTOPH DE FRIEDRICH SCHLOSSER (1776-1861) presentó la primera fotografía y su cámara fotográfica, un eficaz instrumento de uso manual. En Francia, al año siguiente, el físico Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833) confeccionó las primeras heliografías (1827) y el pintor Louis Jacques Mandé Daguerre (1787-1851) popularizó una técnica fotográfica, que obtuvo un gran éxito comercial al realizar retratos de familia entre las clases acomodadas, técnica conocida como daguerrotipia. La fotografía le debe al británico William Henry Fox Talbot (1800-1877) varias técnicas prácticas. La de fijación, para evitar el ennegrecimiento de las placas, y del negativo, para obtener un número ilimitado de copias. El italiano BERNARDO CESI (1581-1625) escribió un libro sobre los minerales y sus aplicaciones médicas impreso recién en 1636 como *Mineralogia, siue naturalis philosophiae thesauri, in quibus metallocae concretionis*. Durante los siglos XV, XVI y XVII, fuera del Vaticano y en las cortes de la realeza europea, era una costumbre difundida organizar la llamada Wunderkammer (cámara maravillosa). Esta especie de museo privado contenía colecciones de minerales, rocas, plantas y animales embalsamados, todo reunido para ilustración, boato y botica de reyes y príncipes. Por lo común las colecciones estaban a cargo de un cortesano intelectual, a veces un erudito destacado en ciencias naturales. Estas Wunderkammern suelen estar en el origen de los actuales museos de ciencias naturales ubicados en varias capitales europeas (Viena, París, Londres, Berlín, entre otras).

La Ilustración Renacentista

La centuria siguiente ofrece una gran diversidad en ciencias y artes mediante el apoyo de la Ilustración europea a favor del conocimiento. El auge del racionalismo va desplazando a la metafísica escolástica. En el siglo XVII se instalan las bases de la cristalografía, la química, la física y la mineralogía determinativa. Las academias de ciencias se crearon a partir de este siglo para estimular el inicio de los grandes descubrimientos científicos. La primera fue la Accademia Nazionale dei Lincei, en Italia (1603), casi medio siglo después le siguió la Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, en Alemania (1652), la Royal Society of London, en Inglaterra (1660) y l'Académie des sciences de Paris, en Francia (1666). Las demás academias se fundaron en centurias posteriores (como ser en Suecia, Dinamarca, Noruega, Bélgica, Escocia e Irlanda, para nombrar sólo las organizadas en el siglo siguiente). El noble italiano MANFREDO SETTALA (1600-1680) nació en Milán y heredó la mayor parte de la colección mineral del museo de Ludovico Moscardo. Conocido también como Manfredus Settalius, fue fabricante de

instrumentos musicales y aplicado coleccionista de minerales junto a otros objetos naturales con los cuales erigió un renombrado museo. FERDINANDO COSPI (1606-1686), senador de la familia Medici en Bologna, reunió en el senado y para el príncipe de Toscana sus colecciones minerales con las del museo Aldrovandi. Un inventario de sus minerales se publicó en un libro del año 1677, intitulado *Museo Cospiano annesso a quello del famoso Ulisse Aldrovandi*, cuyo autor fue Lorenzo Legati Cremonese.



Birrefringencia en calcita



Christiaan Huygens (1629-1695)



Robert Boyle (1627-1691)

De los Países Bajos de Europa arribó un notable impulso sobre la óptica y la cristalografía, en parte, por la disponibilidad de hermosos cristales del llamado espato de Islandia, una calcita incolora y transparente procedente de esa isla atlántica que, junto con Groenlandia, dependían en esta época de la corona de Dinamarca. Catedrático de matemática y medicina en Copenhague, el danés ERASMUS BERTHELSEN (1625-1698) en su libro *Experimenta crystalli islandici diadiaclastici*, editado en 1669, describe la doble refracción en calcita de un modo que influye luego en un holandés contemporáneo para postular la teoría ondulatoria de la luz. CHRISTIAAN HUYGENS (1629-1695), nacido y muerto en La Haya, destacado físico, astrónomo, matemático y biólogo, describió la luz generada por ondas. Enfrentó así a la teoría de la luz generada por partículas defendida por ISAAC NEWTON (1642-1727), físico inglés titular de la cátedra en Cambridge, Inglaterra, célebre por sus trabajos sobre gravitación y mecánica celeste. Huygens es un pionero del espíritu científico moderno y el físico continental más destacado del siglo XVII. Trabajó en París la mayor parte de su vida a invitación del rey Luis XIV. Edita en París el libro *Traité sur la lumière* (1690), con su teoría ondulatoria de la luz (1678) y detalla los fenómenos de reflexión y refracción. La controversia científica con Newton sobre la naturaleza de la luz ocupará los próximos dos siglos. Diseñó una combinación de lentes llamada ocular de Huygens, muy útil en los telescopios y microscopios. Inventó el reloj de péndulo, publicado en *Horologium Oscillatorium sive de motu pendulorum* en 1673, esencial para la medida del tiempo con precisión y decretando la inmediata obsolescencia de clepsidras y relojes de arena utilizados por milenios desde los asirios. Impulsó el empleo de las matemáticas en las ciencias naturales, la óptica y la mecánica. Con un avanzado telescopio de su construcción, en 1655 descubrió Titán, el primer satélite de Saturno y el complejo de anillos del planeta. Por esta razón principal entre varias y en la transición del segundo al tercer milenio de la historia cristiana, la ESA (Agencia Europea del Espacio) ha nominado en su honor la sonda espacial Huygens que exploró el sistema de planetas exteriores (1997-2005). En 1656 Huygens describió la Nebulosa de Orión (M 42) que interpreta formada por miríadas de estrellas y a su vez fue el primer europeo en percibir correctamente a las estrellas como soles lejanos. Ese mismo año publicó, bajo el título *De ratiociniis in ludo alearum*, el primer tratado completo conocido acerca del cálculo de

probabilidades. Descubrió el fundamento de las fuerzas centrífugas (1673), el enunciado del teorema de las fuerzas vivas y la definición del momento de inercia. Fue el primero en avanzar en el campo de la dinámica más allá del punto al que llegaron Galileo y Descartes. En 1669 ofreció una solución correcta al problema del choque de objetos, con conservación de la cantidad de movimiento y el análisis de las fuerzas implícitas. Solitario, soltero y de carácter retraído, no tuvo discípulos y demoró la publicación de su amplia producción intelectual. Durante el siglo XVII aconteció la primera experiencia para apreciar el orden de magnitud de la velocidad de la luz. El astrónomo danés OLAF CHRISTENSEN ROEMER (1644-1710) fue el primero en estimar la velocidad de la luz en $c \approx 300.000$ km/s, al medir una diferencia de casi 1000 s con el horario previsto para el eclipse de los satélites de Júpiter detrás de la masa del planeta, entre observaciones distantes el diámetro completo de la órbita terrestre ($2 \text{ UA} = 300 \cdot 10^6$ km). Estos cálculos de Roemer tuvieron lugar durante el año 1673.

El químico inglés ROBERT BOYLE (1627-1691) fue un pionero en el análisis de los minerales y publicó en 1661 la obra *The Sceptical Chymist*, de gran influencia para separar la química naciente de sus oscuras raíces alquimistas. Sumamente práctico, descreía de la realidad física de los átomos, pero trabajaba con gran rigor experimental desarrollando los primeros métodos cuantitativos, purificando sustancias para obtener reacciones reproducibles y acuñando la primera definición moderna de elemento químico, incapaz de descomponerse en otra materia más elemental. A Boyle le debemos la ley que regula la presión del gas en variación inversamente proporcional a su volumen, a temperatura constante; concepto desarrollado y difundido en inglés entre 1660 y 1663; aún cuando en Francia se le adjudican a Edme Mariotte quien publicó una relación similar en francés recién en el año 1676. Los amplios intereses de Boyle abarcaron la termoluminiscencia del diamante, el color en las gemas, la criogenia, el magnetismo y la electricidad. Si bien el mineral boyleíta, el sulfato de zinc tetrahidratado, fue nominado por Robert Boyle, es un caso de homonimia pues se trata del geólogo canadiense del Servicio Geológico de Canadá en el siglo XX y no del químico inglés del siglo XVII. Un minero de origen italiano, el marqués MARCO ANTONIO DELLA FRATTA ET MONTALBANO (1635-1695) nació en Bologna, estudió en Venecia y trabajó en la minería de Alemania, Polonia y Rumania. De regreso a su Italia natal se radicó en Veneto y luego en Parma para ejercer su profesión. Publicó sus experiencias en los libros *Trattato Cataoscopia Minerale quero esplorazione o modo di far saggio d'ogni miniera metallica* (1676); y *Pratica Minerale* (1678), obra esta última que registra influencias de Agrícola y de Biringuccio.

NIELS STENSEN (1638-1686), eminente danés nacido en Copenhague, geólogo mineralogista, médico anatomista y obispo, fue mucho más conocido por su pseudónimo latino NICOLÁS STENO o NICOLAI STENONIS. Estudió en Leiden, París, Pisa y Roma. Consejero científico del Gran Duque de Toscana, sus trabajos sentaron las bases de la Geología como ciencia, hace casi cuatro siglos, con el principio de superposición de estratos o principio de Steno, el criterio más simple y elemental para la datación relativa de los cuerpos de roca. Su obra mayor *De solido intra solido naturaliter contento dissertationis Prodromus*, -el famoso Pródromo- publicada en Florencia el año 1669, y su versión inglesa comentada *The Prodromus to a Dissertation Concerning Solids Naturally Contained within Solids* en Londres (1671), es considerada en la actualidad uno de los libros más importantes sobre las bases de la Geología. Se le reconoce haber expuesto allí la primera ley cristalográfica o ley de la constancia de ángulos interfaciales equivalentes en los cristales, tras medir los ángulos entre las caras sobre cristales de cuarzo de variado tamaño y procedencia. Se enuncia hoy como Ley de Steno-Miller, por cuanto el mineralogista inglés Willam Miller amplió sus alcances en el siglo XIX. Sus trabajos originales en anatomía y fisiología humana fueron también muy importantes. En Alemania, JOHANN FRIEDRICH HENCKEL (1679-1744) fue un notable precursor de la escuela profesional

universitaria más antigua del mundo, la prestigiosa Academia de Minas de Freiberg, fundada recién en 1765 por el príncipe regente de Sajonia frente a la realidad convocante de sus aulas, donde convergían jóvenes de toda Europa para adquirir habilidades mineras desde la época de Agrícola. Henckel, reconocido por su habilidad en la docencia y en la química mineral, realizó la descripción original de calcopirita y de marcasita, minerales que publicó en *Pyritologie oder Kiessgeschichte* (1725). En Italia, DOMENICO GUGLIELMINI (1655-1710), destacado cristalógrafo, calculó los elementos de cristalización a partir de cuatro formas poliédricas (1707), el cubo de halita, el octaedro del alumbre (sulfohalita), el prisma hexagonal del salitre (nitratina y nitrato de aluminio) y el prisma oblicuo del vitriolo (calcantita). Nacido en Bologna, fue médico, mineralogista y también un pionero de la hidráulica. Se publican sus investigaciones con *Riflessioni filosofiche sulla natura dei Sali* (1688), *Della Natura de'Fiumi* y *Trattato Físico-Matematico* (1697), *De salibus* (1705) y póstumamente en 1719, con *Opera omnia*.



Nicolás Steno (1638-1686)



van Leeuwenhoek (1632-1723)



Domenico Guglielmini (1655-1710)

El biólogo holandés ANTON THONIUS PHILIPS VAN LEEUWENHOEK (1632-1723), llamado también el padre de la microbiología, exhibió en Amsterdam, durante el año 1648, su famoso invento del microscopio simple. Este instrumento revolucionó la investigación en ciencias naturales, incluyendo el estudio de los minerales, pues durante el año 1695 el propio Leeuwenhoek lo usó para describir el ángulo de clivaje del yeso. En su larga y proficua vida fabricó y vendió docenas de microscopios manteniendo en secreto la elaboración especial de sus lentes. Se estima que fabricó 500 lentes para unos 400 microscopios elaborados con oro y plata, circunstancia decisiva para que ninguno de sus instrumentos se conserve hoy. El naturalista italiano GIACINTO GIMMA (1668-1735) nació en Bari y publicó *Delle gemme e delle pietre e di tutti di minerali, ovvero física sotterranea* (1730). El físico suizo MAURICE ANTONIUS CAPPELLER (1685-1769) editó una introducción a la cristalografía que tituló *Prodromus Crystallographiae* (1723), con los primeros dibujos correctos de cristales minerales y una clasificación primitiva de cristales, donde afirma que la forma cristalográfica supera al color para identificar los minerales. También el primero en acuñar el término cristalografía para esta disciplina, muy difundido en adelante en los trabajos sobre cristales.

El siglo XVIII y el impulso fundacional de la Bergakademie Freiberg

En el imperio austríaco del siglo XVIII, el emperador FRANZ STEPHAN I (1708-1765) fue un reconocido amante de las ciencias naturales y de la mineralogía. Para su corte en Viena adquirió en el año 1748 del noble italiano GIOVANNI DE BAILLEAU (1679-1758), conservador de las colecciones de la familia Medici y oficial de artillería del Duque de Parma, su colección

privada evaluada en 30.000 ejemplares y formada, en orden decreciente de importancia, por minerales, fósiles, valvas de moluscos y caracoles. El interés real asomó tras la lectura del libro escrito por el francés Joannon de Laurent *Description abrégée du fameux cabinet de Monsieur le chevalier de Baillon pour servir à l'histoire naturelle des pierres précieuses, métaux, minéraux et autres fossiles* (1747), y el emperador, además de la compra realizada, también contrató a de Bailleau como director y conservador vitalicio de la colección imperial de minerales, en aquel entonces el Wiener Naturhistorisches Museum. A su muerte, la dirección quedó en manos de su hijo LUIGI BALTHASAR DE BAILLEAU (1731-1802). El mineralogista y químico sueco Baron AXEL FREDRIK CRONSTEDT (1722-1765) fue pionero en postular una sistemática mineral sobre bases químicas según la opinión calificada de Berzelius y el primero en aislar e identificar el níquel en 1751. Sus experiencias se editaron en *Essay towards a System of Mineralogy* (1758) donde describió los minerales bismutinita, cobaltita, gersdorffita, morenosita y vivianita. Acuñó el nombre zeolita para ese importante grupo mineral. Steinmann le dedicó a su memoria el mineral cronstedtita, una mica de hierro del grupo de la serpentina, en el año 1821. En Italia, GIUSEPPE BENVENUTI (1728-1800), médico de la corte de Ferdinando I, Duque de Parma e Infante de España, publicó un libro titulado *Istituzioni di Mineralogia* (1790), una recopilación poco original de trabajos previos. El mineralogista italiano ERMENEGILDO PINI BARNABITA (1739-1825) fue director del Museo di Storia Naturale de Pavia y profesor de mineralogía en la Universidad de Milán. Entre sus trabajos más importantes que publicó en Milán se aprecia: *Osservazioni mineralogiche sull' miniere di ferro di Rio ed altri parti dell' isola d'Elba* (1777) y *Memoire sur des nouvelles Cristallizations de feldspath et autres singularités renfermees dans les granites des environs de Baveno* (1779), con la primera descripción de la macla según ley de Baveno. Descubrió adularia, la variedad del feldespato potásico que yace en vénulas que cruzan las rocas del monte Adular, Graubunden, Suiza, mineral que publicó en la *Memoire Mineralogico sulla Montagne di San Gottardo* (1783). Le ha sido dedicado el mineral pinita, una variedad de la mica blanca muscovita y un producto de alteración en pseudomorfosis según sea cordierita, feldespato, espodumeno o anortita, a la fecha variedad informal no convalidada como especie independiente. El italiano GIUSEPPE GIOENI D'ANGIÒ (1747-1822) fue profesor de ciencias naturales en Catania, la ciudad en donde fundó la Academia Gioenia para las ciencias, institución que perduró hasta hoy. Publicó un libro dedicado a la reina de las dos Sicilias intitulado *Saggio di Litologia Vesuviana* (1790) sobre los minerales del Vesubio y el resultado de tres años de estudios en la región.

La minería en la región de Sajonia, Alemania, conocida por los romanos, tiene raíces muy antiguas en el beneficio de sus menas de plata y de metales de base. Desde la Edad Media comprendía nueve ricos distritos mineros con centenares de pequeñas minas que explotaban sistemas de vetas neopaleozoicas, penetrando rocas devónicas y carbónicas durante la orogenia variscica de Europa central. Freiberg era la capital de estos distritos mineros con residencia de un consejo y de una escuela de minas donde se impartía enseñanza desde los tiempos de von Bollstatt, Bauer y Henckel. El movimiento intelectual y económico configuraba una atracción seductora para los jóvenes europeos que concurrían a estudiar desde muy lejos. Recién en el año 1765 el príncipe elector del Ernestinischer Herzotümer fundó una academia de minas en Freiberg ante la realidad indudable y exitosa de su escuela. La cúpula de la dirigencia fundadora local en Freiberg (1765) conformó con el Oberberghauptmann Friedrich Wilhelm von Oppel (1720-1769), el Generalbergkommissar Friedrich Anton von Heynitz (1725-1802) y el veterano coleccionista de minerales, Christlieb Ehregott Gellert (1713-1795), a cargo del inventario y las colecciones. ABRAHAM GOTTLLOB WERNER (1750-1817) impulsó la visión global de la geología y con su teoría neptunista confrontó por muchas décadas a la teoría plutonista del geólogo escocés JAMES HUTTON (1726-1797). En el siglo XVIII, la Academia de Minas de Freiberg alcanzó un prestigio mundial relevante con la labor gigantesca de este notable ex-alumno. Si bien nunca comprendió el volcanismo y la naturaleza de las rocas magmáticas, Werner separó y

enseñó como ciencias diferentes la mineralogía (orictognosia) de la geología (geognosia). La orictognosia de Werner proviene del griego *oriktos* = fósil; *gnosis* = conocimiento y es el equivalente griego del *De natura fossilium* de Agrícola. Es de señalar que en la antigüedad clásica el vocablo fósil, derivado del latín *fossus*, el participio pasado del verbo *fodere* = excavar, designaba a todos los materiales obtenidos de la tierra por excavación, de hecho minerales y rocas. Hoy este vocablo se limita a las formas de organismos ya muertos, preservadas en materias inorgánicas y estudiadas por la Paleontología. En Freiberg, orictognosia abarcó la mineralogía determinativa orientada a la práctica minera para la identificación y la clasificación mineral en las menas. Su contenido programático excluyó los aspectos teóricos y matemáticos de la cristalografía y la mineralogía. La sistemática mineral werneriana se basó en el color, brillo, dureza, raya, densidad, cohesión, textura y agregación de los minerales, pero el planteo de las formas cristalográficas fue equivocado y el fundamento químico disponible insuficiente para alcanzar una clasificación mineral moderna. Werner describió el feldespato plagioclasa labradorita en 1780, zircón (1783), boracita, cianita, crisoberilo, prehnita y witherita en el año 1789; bornita y leucita (1791), augita (1792), torbernitita (1793), vesuvianita (1795), aragonita (1796), celestina (1798), piropro y rutilo en 1803; anhidrita (1804), laumontita y zoisita en 1805; cianotriquitita (1808); omfacita (1815), carfolita, helvina, tirolita y vivianita en 1817, el año de su fallecimiento. Muchos graduados de la Academia de Minas de Freiberg registraron trayectorias destacadas: Horace Bénédict de Saussure (1740-1799); Martin Heinrich Klaproth (1743-1817), fundador del análisis cuantitativo en minerales y un estrecho ayudante de Werner; Carlo Napioni (1756-1814); Andrés Manuel del Río (1764-1849); Jean d'Aubuisson de Voisins (1769-1841); Alexander von Humboldt (1769-1859), Robert Jameson (1774-1854); Carl Friedrich Mohs (1773-1839); Leopold von Buch (1774-1853); Johann Friedrich August Breithaupt (1791-1873); Karl Friedrich Mohr (1806-1879), Paul von Groth (1843-1927); Waldemar Lindgren (1860-1939), entre otros. El legado de Werner, por su personalidad desbordante, gran entusiasmo y su enorme capacidad de trabajo, pese a sus errores, dejó una huella en el pensamiento y el debate geológico de su tiempo, debate que dominó el siglo siguiente. Es triste que ambos minerales que lo recordaban: wernerita, antiguo sinónimo para el grupo de la escapolita, y wernerina, el piroxeno egririna, hayan sido hoy desacreditados, quizá un irónico epílogo para su legado de ideas modificadas. No sucedió igual con freieslebenita, breithauptita, mohrita, humboldtina, jamesonita, para mencionar algunos de los minerales dedicados a sus discípulos y con plena vigencia actual. MARTIN HEINRICH KLAPROTH (1743-1817) fue el mineralogista, químico analista de minerales, que descubrió cuatro elementos químicos: uranio (1789), zirconio (1789), titanio (1795) y telurio (1802), además de las especies lepidolita (1792); lazulita y titanita (1795); gadolinita (1802); natrolita (1803) y noseana (1815). Minucioso en su trabajo, adherente a los conceptos de Lavoisier fuera de Francia, ha desarrollado varias técnicas de análisis cuantitativo sobre las colecciones minerales de Freiberg reconociendo en ellas los nuevos elementos para la época: estroncio, cerio y cromo. Su obra analítica se editó en 5 volúmenes intitulada *Beiträge zur chemischen Kenntnis der Mineralkörper* (1795-1810). También publicó un diccionario de química *Chemisches Wörterbuch* (1807-1810). El mineral propuesto como klaprothita, bien una sulfosa de cobre y bismuto afín a emplectita y wittichenita, o bien un fosfato de aluminio y magnesio afín a lazulita, en ambos casos no ha sido convalidado.

El geólogo y mineralogista alemán DIETRICH LUDWIG GUSTAV KARSTEN (1768-1810), un graduado de Freiberg, fue nombrado profesor de mineralogía y minería en la Academia de Minas de Berlín en 1789. En calidad de conservador responsable del museo mineralógico tuvo el mérito de incrementar extraordinariamente su amplia colección de minerales, en adelante la afamada Königliche Mineraliensammlung. En el año de su muerte, junto con la fundación de la Universidad de Berlín, la colección de minerales fue desplazada provisoriamente al Neue Münze, el palacio de la moneda en el viejo centro de Berlín y la

cátedra de mineralogía de la flamante universidad fue ocupada por Christian Samuel Weiss. En 1814 la Universidad de Berlín adquirió esta colección de minerales y la renombró como Mineralogisches Museum der Universität Berlin con sede en la tradicional avenida Unter den Linden. Karsten publicó sus *Mineralogischen Tabellen* en 1789. Describió los minerales: cervantita (1789), baritina, fosgenita, mascagnita, molibdita y sassolina (1800), clinoclasa (1801), piticita y magnesita (1808). El mineral karstenita nominado en su memoria, un sulfato de calcio, fue desacreditado tras comprobarse la identidad de la muestra tipo con anhidrita.



Martin Klaproth (1743-1817)



Abraham Werner (1750-1817)



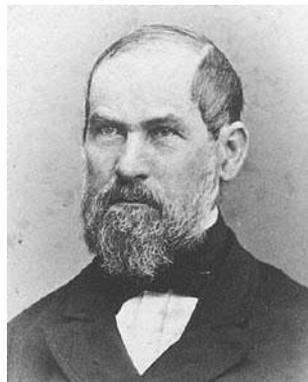
Dietrich Karsten (1768-1810)



Alexander von Humboldt (1769-1859)



Carl F. C. Mohs (1773-1839)



Adam A. Krantz (1808-1872)

CARL FRIEDRICH CHRISTIAN MOHS (1773-1839) fue un mineralogista alemán nacido en Gernrode, Sajonia y educado en Freiberg. A los 25 años estudió matemáticas, química y física en la Universidad de Halle y en el año 1801 trabajó en las minas de plomo de Neudorf. Como Breithaupt, publicó una clasificación de minerales con criterio biológico y nomenclatura binaria intitulada *Historia Natural del Reino Mineral* (1804). Se le reconoce hasta hoy por su exitosa *Tabla de Mohs* (1812) o tabla de dureza relativa al rayado entre diez minerales ordenados con dureza creciente, desde el talco (1) al diamante (10). En el mismo año que publicó su tabla de dureza mineral, Mohs ocupó la plaza de profesor en la Cátedra de Mineralogía de la Universidad de Graz, Austria, donde ejerció largos años. Publicó los minerales: ankerita, jamesonita, liroconita y löllingita en sus libros *Characteristics of the Natural History System of Mineralogy* (1820) y *Treatise on Mineralogy*, en tres tomos, Edinburgh (1825). Murió en Agordo investigando las regiones volcánicas del sur de Italia. Uno de los discípulos

de Werner, JOHANN CARL FREIESLEBEN (1774-1846) debió publicar *post-mortem* la obra magna de su maestro: *Abraham Gottlob Werner's letztes Mineral-System*, (1817), trabajo enciclopédico que tuvo numerosas ediciones como Sistemática Mineral de Werner a cargo de sus sucesores. Freiesleben y Müller editaron luego una revista *Magazin für die Oryktographie von Sachsen. Ein Beitrag zur Mineralogischen Kenntniss dieses Landes und zur Geschichte seiner Mineralien* (Mineralogía descriptiva de Sajonia, una contribución al conocimiento mineralógico del Estado y a la historia de sus minerales) que salió en forma continua durante quince años. Freiesleben describió el mineral covellina en 1815, el sulfuro cúprico hexagonal que halló el italiano Niccolo Covelli (1790-1829) en el volcán Vesubio. Hoy es recordado por freieslebenita, sulfosal monoclinica de antimonio, plomo y plata hallada en la mina Himmelsfürst, Freiberg, Alemania, mineral que le dedicó Haidinger en el año 1845.

JOHANN FRIEDRICH AUGUST BREITHAUPT (1791-1873) fue otro mineralogista destacado de Freiberg que ocupó la cátedra de mineralogía de la Academia de Minas por 40 años, entre 1826 a 1866. Se le reconoce el concepto de paragénesis mineral y la descripción de cuarenta y siete nuevas especies minerales válidas, entre las cuales figura: ambligonita (1817); escorodita (1818); humboldtina, stolzita (1820); eucroíta, libethenita, ortoclasa, tefroíta (1823); oligoclasa (1826); eulitina, skutterudita (1827); monacita (1829); clinoclasa, hedifana, microclino, pirostilpnita, variscita (1830); pirrotina, safflorita (1835); atelestita (1832), lavendulana, diadoquita, plattnerita, simplesita, variscita en 1837; xantocanita (1840), alstonita, beraunita, calcofilita, coquimbita, flogopita, fosgenita, maucherita, zwieselita en 1841; cubanita (1843); digenita (1844); polucita (1846); asbolana, plagioclasa (1847); conicalcita, glaucodoto (1849); enargita, jalpaíta (1850); jarosita, zinkosita (1852); cerargirita, bromargirita (1859); ferberita (1863); enigmatita, fritzscheíta, richterita (1865); clinohedrita (1866); nantokoíta (1868); litioforita (1870). Breithaupt amplió el conocimiento existente de los minerales amorfos y propuso una nomenclatura mineral, como la desarrollada por Carl Linneo para los seres vivos, dando nombres latinos de género y especie a los minerales. Su obra publicada incluye una sistemática mineralógica poco convencional, un manual de mineralogía, un tratado de pseudomorfismo y otro sobre paragénesis: *Über die Echtheit der Krystalle* (1815); *Characteristik des Mineral Systems* (1820); *Über die zinkhaltigen Mineralien aus New Jersey* (1831); *Vollständiges Handbuch der Mineralogie* (1841); *Die Paragenesis der Mineralien* (1849); *Beschreibung neuer Mineralien* (1858). El mineral breithauptita, antimoniuro de níquel hexagonal, procedente de St Andreasberg, Harz, Baja Sajonia, Alemania, le fue dedicado por Stromeyer y Hausmann (1833). Es mérito adicional de Breithaupt haber estimulado en el joven ADAM AUGUST KRANTZ (1808-1872) su interés en la mineralogía, desde su cátedra de Freiberg. Este nativo de Neustadt, en Baja Sajonia, estudió Farmacia en Goldberg y tras su pasión por los minerales se matriculó para estudiar Geognosia en Freiberg (1832). Al año siguiente fundó en Freiberg, mientras estudiaba, el embrión de la famosa firma alemana Krantz para la venta de minerales y rocas a museos, colegios, universidades y a coleccionistas oficiales y privados de todo el mundo. En 1837 Krantz trasladó su negocio a Berlín pues la capital de Prusia ofrecía un trampolín inmejorable para expandir sus actividades. En el año 1850, cuando decidió reinstalar la firma Krantz en la fastuosa Villa am Ufer des Rheins, construída a orillas del río homónimo en la ciudad de Bonn, su fama se extendía por Europa, con negocios de la talla de comprar la colección mineral completa del francés René Haüy en París. A su muerte, 22 años más tarde, el éxito comercial de la firma Krantz era mundial. MICHEL JEAN DEL BORCH (1753-1810) fue un conde polaco interesado en la mineralogía que se radicó en el sur de Italia y publicó cuatro libros sobre sus experiencias en Sicilia. En sus últimas décadas regresó a Polonia y fue gobernador de provincia. Sus obras, editadas en Nápoles, Roma y Torino, se titulan *Lytbographie Sicilienne ou Catalogue Raisonné de toutes les pierres de la Sicile* (1777), *Lytbologie Sicilienne ou connaissance de la natura des pierres de la Sicile* (1778), *Minéralogie Sicilienne docimastique et métallurgique* (1780) y *Lettres sur la Sicile*

et sur l'île de Maltbe (1782). Un alumno aventajado de la Bergakademie Freiberg fue el italiano CARLO ANTONIO NAPIONI GALIANI (1756-1814) discípulo de Werner y mineralogista que ejerció la docencia universitaria en Torino. También fue un buen químico y un experto metalurgista vinculado al ejército de Italia. Se desempeñó como inspector de minas en Cerdeña y fue director de un laboratorio siderúrgico en Saboya. Transferido como agregado militar en Portugal, en donde alcanzó el rango de coronel del Estado Mayor, contribuyó a instalar la primera fundición brasileña de armas pesadas. En el año 1797 publicó el libro *Elementi di Mineralogia*, impreso en Torino, que fue el primer texto de mineralogía italiano.

Es un mérito del químico finés JOHAN GADOLIN (1760-1852) la primera referencia sobre las tierras raras. En la localidad de Ytterby, isla de Roslaga, descubrió hacia 1792 un mineral negro y pesado del cual aisló un elemento desconocido que identificó con el topónimo ytterbio y publicó sus resultados en 1794. En realidad Gadolin aislaba óxidos muy estables en la convicción de obtener nuevos elementos metálicos. El avance decisivo llegó con el empleo en química del espectroscopio, por Gustav Kirchhoff (1824-1887), a partir de 1859. La compleja química de las tierras raras se fue develando de un modo progresivo en la centuria siguiente con Martin Klaproth (1801), Humphry Davy (1808), Dmitry Mendeleev (1870) y Jean-Charles Galinard de Marignac (1880). Transcurrieron treinta y cuatro años desde de la muerte de Gadolin cuando el químico francés Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran, tras aislar el óxido de gadolinio en 1886, junto al suizo Galinard, redefinieron como gadolinita al mineral portador convalidando la definición original de Klaproth, que es el criterio vigente hoy. Medio siglo más tarde, recién en el año 1935, el químico francés Félix Trombe obtuvo el gadolinio metálico.

Las bases de la cristalografía morfológica

Los avances en cristalografía durante el siglo XVIII han sido decisivos para esta disciplina. JEAN BAPTISTE LOUIS ROME DE L'ISLE (1736-1790) publica el libro *Essai de Crystallographie ou Description des figures géométriques propres a différens Corps du Règne Mineral connu vulgairement sous le nom des Cristaux*, en París (1772), luego de realizar varios viajes en calidad de naturalista a las colonias francesas de ultramar. Tras la segunda edición de 1783, intitulada *Cristallographie ou Description des formes propres a tout les Corps du Règne Mineral, dans l'état de combinaison saline, pierreuse ou métallique* queda muy claro que el concepto de cristal, limitado al cuarzo desde la época de Nicolás Steno, se extiende en adelante a todos los sólidos cristalinos de formas regulares poliédricas. Primero en aplicar la ley de Steno a la medida de los ángulos interfaciales para el dibujo de cristales, en una colección personal de minerales, que ilustra con un catálogo de 600 páginas y 452 figuras impreso en el año 1767. Le ayudan sus discípulos ARNOULD CARANGEOT (1742-1806) y CLAUDE LERMINA (1749-1806), a quienes pide construir un instrumento para medir y reproducir los ángulos entre las caras de los cristales. Carangeot diseña en bronce el goniómetro de contacto que presenta en el año 1770 y que conserva hasta hoy el diseño original. Mediante la colaboración del grabador Francois Louis Swebach des Fontaines, Rome de l'Isle inicia la reproducción de modelos cristalográficos en porcelana, madera, bronce y latón hacia 1780, modelos que representan cristales minerales, idea que luego se aplica en todo el mundo para la enseñanza de la cristalografía. Hoy la mineralogía sistemática le reconoce las especies minerales manganita (1772) y nitrocalcita (1783). El mineral roméita, un óxido básico cúbico de calcio y antimonio procedente de la mina Praborna, Saint Marcel, valle de Aosta, Italia, fue dedicado a su memoria por Damour en el año 1841.

TORBERN OLOF BERGMAN (1735-1784), reconocido pionero sueco de la química y la cristalografía nació en Katrineberg, estudió con Carl Linneus en la Universidad de Upsala y se graduó en el año 1758. Sus trabajos abarcaron mineralogía, química, geografía, meteorología,

astronomía y entomología. Ocupó la cátedra de Química en Upsala (1767) y efectuó los primeros análisis cuantitativos de minerales. Escribió por primera vez, en un artículo intitulado *Variae crystallorum formae a Spitho Ortae, explicata a Torbern Bergman* (1773), el concepto que desde un número limitado de formas primitivas puede surgir gran diversidad de formas deducibles y derivadas de aquellas, idea que también sostiene al obtener un escalenoedro ditrigonal por apilamiento de muchos y pequeños romboedros. Elaboró una de las primeras clasificaciones de los minerales basada en sus formas cristalinas externas y la composición química en el libro *Disquisitio de attractionibus electivis* (1775). Su libro *Physikalische Beschreibung der Erdkugel* (1769, en alemán en 1791), fue el primer tratado de geografía física. Murió de tuberculosis en Medevi, Suecia. Describió los minerales smithsonita (1780), estannita (1781), discrasita y rodocrosita (1782) y estaurilita (1792). La mica verde de uranio torbernita, un fosfato de uranio y cobre tetragonal procedente de la mina Joachimsthal, República Checa, fue el mineral que von Born le dedicó en el año 1772. JOHAN GOTTLIEB GAHN (1745-1818), su discípulo y asistente en la Universidad de Upsala fue buen mineralogista, cristalógrafo, químico y gran cultor del ensayo piromnóstico. Descubrió el manganeso en 1774, fue asesor del Consejo de Minas de Estocolmo en 1784. El mineral gahnita, un alúmino-espínelo de zinc descubierto por él, fue descrito y nominado en su homenaje por von Moll en el año 1807.



Jean Rome de L'Isle (1736-1790)



Goniómetro de Carangeot



René Just Haüy (1743-1822)

Con el monje francés RENÉ JUST HAÜY (1743-1822) la ciencia cristalográfica alcanza un pináculo de precisión antes desconocido. Su trabajo le permitió enunciar la ley fundamental de la cristalografía, ley de la racionalidad de los índices o ley de la racionalidad de las relaciones paramétricas en los cristales –conocida hoy como Ley de Haüy-Weiss- por cuanto más tarde el físico alemán Christian Weiss obtuvo una demostración independiente y elegante con la ley de las zonas. Al observar el clivaje de calcita, en diminutos romboedros, desarrolló su concepto de “moléculas integrantes” de formas poliédricas en la unidad organizativa de la materia, en capas sucesivas de crecimiento o decrecimiento y con capacidad para definir otras formas. Estudió los fenómenos de piroelectricidad y piezoelectricidad en los cristales. Profesor de teología en el Colegio de Navarra por 21 años, canónigo de Notre Dame y miembro de la Academia de Francia, Haüy estuvo en prisión durante la Revolución Francesa pero, a diferencia de Lavoisier, logró salvar su cuello de la guillotina. En el período de la República integró la Comisión de Pesas y Medidas (1793-1794) y ocupó el Ministerio de Minas, desde donde preparó un tratado de mineralogía, su obra mayor, publicada en 1801. También fue encargado de las colecciones y profesor de mineralogía en el Museo de Ciencias Naturales (1802-1822) y en la Universidad de la Sorbonna (1809-1822). Le pertenece el descubrimiento y estudio de: euclasa (1792), estilbita-Ca (1796), analcima y diopstasa en 1797; anatasa, diásporo, epidoto, escapolita, harmotoma y

meionita en 1801. Todos sus libros fueron editados en París: *Essai d'une Théorie sur la Structure des Cristaux* (1784); *Exposition raisonné de la théorie de l'électricité et du magnétisme, d'après les principes d'Épinus* (1787); *De la structure considérée comme caractère distinctif des minéraux* (1793); *Exposition abrégé de la théorie de la structure des cristaux* (1793); *Extrait d'un traité élémentaire de minéralogie* (1797); *Traité de Minéralogie* (en cinco volúmenes, 1801); *Traité élémentaire de Physique* (en dos volúmenes, 1803); *Tableau comparatif des résultats de la cristallographie, et de l'analyse chimique relativement à la classification des minéraux* (1809); *Traité des pierres précieuses* (1817) y *Traité de Cristallographie* (en dos volúmenes, 1822). El feldespatoide cúbico haüyna (Na, Ca, K)₈[(SO₄)₂](AlSiO₄)₆ le dedicó, a este insigne pionero de la cristalografía, Brunn-Neergard en el año 1807. Su contemporáneo DIEUDONNÉ SILVAIN GUY TANCREDÉ DE GRATET DE DOLOMIEU (1750-1801) fue profesor de mineralogía en la École Supérieure des Mines y en el Museo de Ciencias Naturales de París, donde reemplazó a LOUIS JEAN-MARIE D'AUBENTON (1716-1800), el zoólogo francés pionero de la anatomía comparada, ocupando así el sitial de Mineralogía del museo. Dolomieu realizó estudios originales en petrología de las calizas, terremotos y volcanismo, vinculando por primera vez los volcanes con las rocas ígneas. Acompañó a Napoleón Bonaparte en su infausta primera campaña a Egipto (1798), donde quedó prisionero por casi dos años en Messina. Muy enfermo y en la cárcel escribió sus últimos trabajos *Traité de Philosophie Minéralogique* y *Mémoire sur l'Espèce Minérale* (1800). El mineral dolomita, un carbonato doble de calcio y magnesio trigonal hemiédrico, le fue dedicado por de Saussure en el año 1792. Daubenton compartió con GEORGE-LOUIS LECLERC CONDE DE BUFFON (1707-1788) su célebre tratado en varios tomos de la *Histoire naturelle* (1749-1788). Buffon afirmó que la edad de la Tierra era muy superior a los 6.000 años establecidos por la Iglesia en Roma. Por el ritmo de enfriamiento del hierro calculó una edad de la Tierra no menor a los 75.000 años. Amenazado por la Iglesia Católica y los tribunales de la Inquisición, se retractó de su teoría modificando el segundo volumen de su *Histoire Naturelle*. A pesar de ello, el Conde de Buffon se mostraba partidario de una edad aún mayor analizando el registro fósil. Sus escritos influyeron sobre los naturalistas de la centuria siguiente Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) y Charles Robert Darwin (1809-1882) sobre la evolución de las especies en la biósfera. Es muy interesante señalar que el lugar de trabajo de los dos principales mineralogistas franceses del siglo XVIII, el Museo de Ciencias Naturales de París, tuvo su origen en una *Wunderkammer* o cámara maravillosa de la realeza francesa que más tarde el rey Luis XIII, en el año 1626, designó como el *Jardin Royal des Plantes Medicinales* comisionando al físico Guy de la Brosse de intendente en la dirección. Este recinto o depósito real contenía una asombrosa colección de objetos y sustancias naturales de los tres reinos, mineral, vegetal y animal, acumulada con un dudoso y heterogéneo criterio de clasificación. Si bien los naturalistas cortesanos de la época realizaban allí sus experimentos químicos y físicos pugnando por ser designados director a cargo de este jardín real, conocido popularmente como la farmacia del rey (*Droguier du Roy*), su misión primordial consistía en elaborar pócimas terapéuticas y proporcionar sustancias con propiedades curativas a los médicos de la familia real, de la corte y de los hospitales de París. En el año 1671 el rey Luis XIV le confirió su primera estructura administrativa bajo el nombre de *Jardin du Roy et de son Droguier* albergando ya una notable colección de minerales y de rocas. A la muerte del rey Luis XIV en 1715, las dimensiones y las cualidades del material depositado ya eran excesivas para un inventario común. El botánico y físico francés BERNARD DE JUSSIEU (1699-1777) autor de un método para clasificar plantas, al asumir como director del jardín en 1722 separó, con un criterio de clasificación sistemática, por primera vez la farmacia real en diferentes colecciones. Esto allanó el camino al conde de Buffon para reorganizar la farmacia del rey en la *Cabinet Royal d' Histoire Naturelle* en su calidad de director entre 1739 y 1740. Buffon y su amigo Daubenton, su sucesor en la farmacia real, establecieron gabinetes para la investigación científica y habilitaron por primera vez al público parisino una colección de minerales y de piedras preciosas de la *Cabinet Royal*. La muestra se abrió en el año 1745 y ocupó un centenar

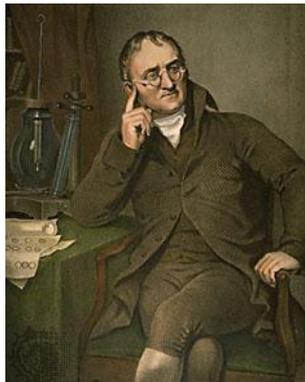
de vitrinas. El éxito de esta exposición pública se extendió por Europa, junto con el prestigio científico de Buffon, propiciando la donación de importantes colecciones minerales. En adelante la exposición museológica de París fue permanente. Se destaca la alta calidad de las muestras donadas por el rey de Polonia en 1772 y por la emperatriz de Rusia Catalina II en 1785. Por fortuna este patrimonio mineral sobrevivió sin daños a los tiempos de anarquía de la Revolución Francesa, algo poco usual en aquel contexto cultural afectado durante algunos años por el vandalismo y la inseguridad. El antiguo museo real de historia natural fue reorganizado según las nuevas pautas republicanas, por un decreto de la Convención Nacional del año 1793, con la fundación del *Muséum National d' Histoire Naturelle*.

Los fundamentos químicos en la identificación mineral

BALTHASAR GEORGE SAGE (1749-1829) fue un químico francés analista de minerales que consideró la composición química como la mejor propiedad para identificar cada mineral y describió por primera vez la especie bieberita en 1791. Amigo personal de Rome de l'Isle, publicó en París, durante el año 1772, un tratado de docimasia mineral. Su compatriota, algo más conocido en el alba de la química francesa, BAPTISTE NICHOLAS LOUIS VAUQUELIN (1763-1829) nació y murió en St. André d'Héberdot, Calvados, Normandía, si bien vivió mucho tiempo en París y fue discípulo del químico Antoine-François conde de Fourcroy (1755-1809). Vauquelin tuvo suerte de conocer a Fourcroy, como mentor y protector en su laboratorio, cuando arribó a París para estudiar química y farmacia (1784). Se diplomó en Farmacia (1792), obtuvo master en farmacia (1795) e ingresó como docente en la facultad-escuela de Farmacia, Universidad de la Sorbona. También profesor de l'École polytechnique en 1794, miembro de l'Académie des Sciences de France desde 1795, profesor de química en el Muséum d'Histoire naturelle de Paris a partir de 1809, y ocupó más tarde el sillón de Arts chimiques en la academia de ciencias hasta su relevo por Alexandre Brongniart (1770-1847). Vauquelin descubrió el elemento químico cromo, con su ayudante Macquart en el año 1796, a partir de las menas con crocoíta de Beresov, Urales, Rusia. Dos años después Vauquelin identificó el berilio, a partir de los análisis de berilos y esmeraldas realizados sobre muestras proporcionadas por René Haüy y a su pedido (1798). Macquart halló un mineral verde oscuro de buen clivaje que no pudo identificar, junto a crocoíta en las menas de Beresov, razón por la cual decidió enviarlo a Suecia para el examen de Jöns Berzelius. En el año 1818, Berzelius publicó vauquelinita, fosfo-cromato monoclinico básico de plomo y cobre, como un homenaje a los méritos de Vauquelin.



Balthasar George Sage (1749-1829)



John Dalton (1766-1844)



Jöns J. Berzelius (1779-1848)

En estos tiempos sobresalió entre sus pares la figura del químico sueco y avezado mineralogista JÖNS JACOB BARON BERZELIUS (1779-1848), que integra el cuadrilátero de oro de la química moderna junto al inglés John Dalton y los franceses Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) y Joseph Louis Proust. Se le considera el padre de la sistemática mineral organizada con el criterio químico que hoy exhiben las diez Clases de la Mineralogía Sistemática. La presentó en 1814 y fue recibida al principio con indiferencia, hasta que Haüy la adoptó y popularizó en Francia luego del año 1818. Berzelius definió la nomenclatura de los elementos y el planteo de las ecuaciones químicas con las fórmulas usadas en la actualidad. Ha medido alrededor de 2000 masas atómicas y moleculares relativas, utilizando el oxígeno como patrón de peso atómico. Tras el aporte de Gahn en Suecia, perfeccionó los enyazos pirometálicos rápidos sobre minerales empleando el soplete de joyero, técnicas editadas en *About the Blowpipe* (1820) y *Employment of the Blowpipe in Chemistry and Mineralogy* (1821). Acérrimo defensor de la teoría atómica y de las ideas de Dalton, descubrió cinco elementos químicos: cerio, osmio, selenio, silicio y torio. En mineralogía se le reconoce el estudio de cerita (1804), botriógeno (1815); eucairita, fluocerita-Ce, vauquelinita (1818); hedenbergita (1819), polimignita, zirconolita (1824), lantanita-La (1825); aeschinita-(Ce), hisingerita (1828); torita (1829) y egirina (1835). Por su parte, berzelianita Cu_2Se y berzeliita $\text{Na Ca}_2(\text{Mg},\text{Mn})_2[\text{AsO}_4]_3$ son los minerales dedicados a la memoria del mejor mineralogista entre los químicos famosos de finales del siglo XVIII. JOHN DALTON (1766-1844) desde sus inicios en la meteorología (1787) llegó a la química investigando los gases de la atmósfera y su absorción, arribando así a la ley de las presiones parciales o Ley de Dalton publicada en *Absorption of gases by water and other liquids* (1805). Su compromiso con la meteorología continuó hasta el fin de sus días, acumulando más de 200.000 registros observados en la región lacustre donde vivía. Considerado el padre de la teoría atómica moderna, este eximio químico postuló la ley de las proporciones múltiples (1803), año en el cual publicó también una tabla moderna de pesos atómicos. Aún cuando introduce la teoría atómica en la química durante el año 1802, es entre 1808 y 1827 cuando publica su enciclopédica obra *New System of Chemical Philosophy*, que resultó una verdadera plataforma de referencia para los químicos. Investigador infatigable, de criterio independiente y pasmosa habilidad para extraer hipótesis válidas desde una enorme maraña de datos, incursiona en muchos campos diferentes. Su estudio de la ceguera a los colores se editó como *Extraordinary Facts Relating to the Vision of Colors* (1794), defecto que hoy se conoce con su nombre, daltonismo.



Joseph Louis Proust (1754-1826)

Proustita Ag_3AsS_3 - R3c

François S. Beudant (1787-1850)

JOSEPH LOUIS PROUST (1754-1826) fue un químico francés al que debemos la ley de las proporciones definidas o ley de composición constante para las sustancias (1804). Publicó el

mineral farmacosiderita (1790). En 1832 el mineral proustita o rosicler claro, Ag_3AsS_3 , fue nominado en su memoria por FRANÇOIS SULPICE BEUDANT (1787-1850), el mineralogista francés que sucedió a Haüy, en 1839, como director de la Colección de Mineralogía del Laboratorio, que fuera la antigua colección de mineralogía privada del rey de Francia, luego devenida en la Colección de Mineralogía de la Universidad Pierre et Marie Curie y actualmente una de las más importantes de Francia. Beudant describe por primera vez alunita, azurita y brucita en 1824; hausmannita en 1828; aftitalita, alabandina, anglesita, alunógeno, berthierina-1M, calcosina, caledonita, casiterita, clauthalita, coccinita, crocoíta, eritrina, esmaltita, estibiconita, estibinita, halita, lanarkita, leadhillita, mimetesita, niquelina, siderita, silvita, spessartina y xenotima en 1832, estos últimos minerales coinciden con el año de edición del segundo tomo del *Traite Elementaire de Mineralogie* (París, 1830-1832), su obra más destacada. El mineral beudantita, sulfoarseniato trigonal de plomo y hierro, fue nominado en su homenaje por Lévy y hallado en la mina Luise, Horhausen, en el Palatinado alemán (1826).

El mineralogista, geólogo y edafólogo alemán JOHANN FRIEDRICH LUDWIG HAUSMANN (1782-1859) fue profesor de Mineralogía y Tecnología en la Universidad de Göttingen por 48 años, entre 1811 y 1859. Su especialidad en la mineralogía de suelos, el montañismo y la geomorfología -donde tuvo el grueso de sus publicaciones- no le impidió elaborar un manual muy usado *Handbuch der Mineralogie* en tres tomos (1813), reeditado en 1828 y 1847. Descubrió los minerales farmacosiderita, hidrofilita, iridio, miargirita, piromorfita, pseudomalaquita, triplita (1813); stromeyerita (1816); breithauptita (con Stromeyer, 1833), glaucofano (1845); biotita, glaserita e hidrohalita (1847). En 1828 Haidinger le dedicó el mineral hausmannita, un óxido de manganeso tetragonal procedente de Ilfeld, Harz, Alemania. El mineralogista y químico alemán JOHANN CHRISTOPH ULLMANN (1771-1821) descubrió las nuevas especies lepidocrocita (1813) y calcosiderita (1814). También halló en la mina Schöneberg, Westfalia, Alemania, un raro mineral que luego fue descrito por Fröbel, durante el año 1843, como ullmannita, el sulfuro cúbico tetartoédrico de antimonio y níquel, especie de la cual se conocen varias yacencias mundiales entre las cuales se encuentra mina Aguilar, en Jujuy, Argentina.

Las principales ciencias naturales delimitan su campo de acción y sus disciplinas a lo largo del siglo XIX. Este ajuste progresivo alcanza a la Física, la Química, la Geología y la Biología. Todas las disciplinas dependientes se benefician de algunos hitos memorables. En el caso de la Mineralogía convergen episodios importantes desde la cristalografía y la química, entre los siglos XVII al XVIII, que se consolidan en la primera década del siglo XIX.

Hitos históricos claves para el estudio de la especie mineral					
Cristalografía			Química		
- Ley de Steno	1669	Constancia de los ángulos	- Ley de Dalton	1803	Proporciones múltiples
- Ley de Haüy	1781	Racionalidad paramétrica	- Ley de Proust	1804	Proporciones definidas

La cristalografía en el siglo XIX

En el siglo XIX la cristalografía crece ajustando sus definiciones conceptuales e inaugurando las bases de la cristalografía estructural como un corolario inevitable de la teoría atómica de Dalton. CHRISTIAN SAMUEL WEISS (1780-1856) es un químico y físico alemán de la Universidad de Leipzig, que trabajó con Klaproth para Werner en los laboratorios de la Academia de Minas de Freiberg. Tradujo al alemán parte de la obra de Haüy y ocupó la plaza de primer profesor de mineralogía de la universidad de Berlín durante 46 años a partir de 1810,

fecha de la creación de esta universidad. En 1815 introdujo el concepto de los siete sistemas cristalográficos, con sus respectivas cruces axiales, lo cual le permitió una mejor aplicación de la ley de racionalidad de los índices. Le debemos la notación paramétrica directa con los ahora llamados coeficientes de Weiss y el descubrimiento de la ley de las zonas. Una mejor formulación de la racionalidad paramétrica de los cristales se le reconoce en el enunciado actual de la llamada Ley de Haüy-Weiss. Entre sus destacados discípulos figuraron Gustav Rose, Karl Rammelsberg, Adolph de Kupffer, Friedrich Quenstedt, Ernst Glocker y Franz Neumann.



Christian Samuel Weiss (1780-1856)

Naumannita α -Ag₂Se - P₂i₂i₂i

Karl F. Naumann (1797-1873)

Este último, FRANZ ERNST NEUMANN (1798-1895), tiene el mérito de haber mejorado mucho la expresión de la ley de las zonas proporcionando los fundamentos de las proyecciones cristalográficas y el cálculo gráfico de los cristales. Sus dos artículos sobre cristalografía publicados en Berlín, *Beiträge zur Krystallonomie* en 1823 y *De lege zonarum principio evolutionis systematum crystallinorum* en 1826, tienen fama de ser tan oscuros como trascendentes.

GEORG AMADEUS CARL FRIEDRICH NAUMANN (1797-1873), fue más conocido por su nombre académico abreviado de Karl Friedrich Naumann, geólogo y mineralogista alemán que fuera profesor de Cristalografía en la Academia de Minas de Freiberg, en 1826, al suceder a Mohs en esa plaza. También fue profesor de Geognosia en 1835 y de Mineralogía en 1842, ambas cátedras de la Universidad de Leipzig. Hombre de conocimientos enciclopédicos y un excelente maestro, Naumann publicó el primer manual para la enseñanza de la cristalografía en Leipzig: *Lehrbuch der Kristallographie* (1826). Describió el mineral nitromagnesita en 1823 y el seleniuro de mercurio, tiemannita, en 1835. Se le recuerda con el mineral naumannita, seleniuro de plata descrito por Rose en 1828. Sus otros libros son *Beiträge zur Kenntnis Norwegens* (en dos volúmenes, 1824); *Lehrbuch der Mineralogie* (1828); *Lehrbuch der reinen und angewandten Kristallographie* (dos volúmenes y atlas, 1830); *Elemente der Mineralogie* (1846; reeditado en 1874; y tras su muerte, por F. Zirkel en 1877); y el *Lehrbuch der Geognosie* (en dos volúmenes con atlas, 1849-1854, reeditados en 1858 y 1872). El gran matemático alemán CARL FRIEDRICH GAUSS (1777-1855) registra un aporte cristalográfico al establecer, en 1831, una demostración original, novedosa e independiente para la ley de las zonas.

El mineralogista inglés WILLIAM HALLOWES MILLER (1801-1880), nació en Velindre cerca de Llandoverly, Carmarthenshire, Wales y estudió en Cambridge, en el St. John's College donde se graduó en 1826. Brindó gran avance a la cristalografía desde la cátedra de mineralogía en la Universidad de Cambridge, la cual ocupó durante 38 años, entre 1832 y 1870. Propuso una notación para la ubicación espacial de los planos y las caras cristalinas conocida como

índices de Miller, con relación paramétrica inversa a los coeficientes de Weiss. En el año 1839 en *A Treatise on Crystallography*, desarrolla aplicaciones de trigonometría esférica a la orientación, cálculo y representación de los cristales. Describe varias leyes de maclas. Demuestra que los elementos de cristalización dependen de la temperatura y la presión, variando con las condiciones físicas del ambiente y modificando el enunciado de la ley de la constancia de los ángulos interfaciales, la cual en adelante se identifica como Ley de Steno-Miller. El mineral millerita, sulfuro de níquel de hábito capilar, fue nominado en su honor por Haidinger en 1845.



Brookita TiO_2 - Pbc



William Hallowes Miller (1801-1880)



Millerita - NiS - R3m

Algo mayor, compatriota y amigo de Miller, HENRY JAMES BROOKE (1771-1857), fue un aventurero de los negocios mineros con la London Life Assurance Association en América del Sur, dedicado colector de minerales y también mineralogista notable que publicó *Elementary Introduction to Mineralogy*, cuya segunda edición más conocida, *Introduction to Mineralogy, by the late William Phillips*, tuvo autoría compartida con William Miller en el año 1852. Miembro de la London Geological Society en 1815 y de la Linnean Society en 1818. Ya en 1820 Brooke identificó thomsonita, zeolita de calcio hallada en Kilpatrick Hills, Bunbarton, Escocia, y que nominó por su amigo el químico escocés THOMAS THOMSON (1773-1852). Hoy la mineralogía sistemática le reconoce además el estudio y definición de las especies: brewsterita, heulandita, monticellita y percyllita (1822); arfvedsonita y childrenita (1823); carbonato-fluorapatita (1850); annabergita, autunita y whewellita (1852). Su hijo George donó la colección mineral del padre al departamento de Mineralogía de la Cambridge University en 1857. El mineral brookita, único polimórfo rómbico del dióxido de titanio y en muestra procedente de Snowen, Gales, Inglaterra, le fue dedicado por Lévy (1825). El físico alemán MORITZ LUDWIG FRANKENHEIM (1801-1869) ha sido uno de los pioneros de los conceptos de isomerismo y polimorfismo, junto con Berzelius, investigando las formas roja y amarilla del bióxido de mercurio y las formas cristalográficas del azufre rómbico y monoclinico. También fue el primero en descubrir los 32 grupos puntuales al combinar los operadores de simetría de reflexión, rotación e inversión en cristales polifacéticos hacia el año 1826. Cuatro años después, en 1830, otro físico y mineralogista alemán JOHANN FRIEDRICH CHRISTIAN HESSEL (1796-1872) fue el segundo en hallar los 32 grupos puntuales de simetría. Este hallazgo pasó inadvertido en ambos casos y tuvieron que pasar más de veinte años para ser redescubierto y aplicado como clases de simetría de los sistemas cristalográficos en Francia (por Bravais en 1849) y en Rusia (por Gadolin en 1851-1867).

En esta época se destaca la figura del naturalista inglés WILLIAM HYDE WOLLASTON (1766-1828), químico, físico, cristalógrafo y médico, que incursionó con talento en estos

variados campos, desde la fisiología urinaria al espectro solar. En 1802 diseñó un refractómetro para medir los índices de refracción de líquidos por el método de reflexión total, llamado refractómetro de Wollaston. En 1809 inventó el primer goniómetro de reflexión, el goniómetro de reflexión de un círculo, conocido como goniómetro de Wollaston, para la medida directa de los ángulos interfaciales entre las caras de los cristales. Descubrió los elementos químicos paladio (1804) y rodio (1805) y el mineral fluellita (1824), un fosfato de aluminio hidratado rómbico. Desarrolló una forma eficaz de trabajar el platino en láminas maleables (1806), un secreto que le brindó holgada independencia económica hasta publicar el método metalúrgico en 1826. Su socio fue el químico SMITHSON TENNANT (1761-1815), recordado con el mineral tennantita del grupo del cobre gris, que descubrió el iridio (1803) y el osmio (1804) en estas tareas comerciales conjuntas. Wollaston describió los componentes principales de los cálculos urinarios en 1797 y el mismo año ingresó como miembro de la Royal Society, de la cual llegó a presidente en 1820. En el año 1812 inventó y construyó la primera cámara clara, un recurso instrumental valioso para el dibujo en ciencias naturales. Utilizó la pila galvánica en 1813 y diseñó la batería de Wollaston, con placas de cobre y zinc, en el año 1815. Si bien ya en 1802 Wollaston observó siete líneas oscuras en el espectro solar visible, la interpretación del espectro de absorción de la luz del Sol llegó en 1817 de la mano del físico alemán JOSEPH VON FRAUNHOFER (1787-1826), espectro conocido hoy como líneas de Fraunhofer. Desde 1812 le debemos las lentes plano-convexas de Wollaston y el llamado prisma de Wollaston, un dispositivo diseñado para obtener luz polarizada y construido en calcita o cuarzo. Publicó 56 trabajos sobre mineralogía, cristalografía, química, física, astronomía, botánica y medicina, muchos de los cuales representan aportes destacados a la ciencia. A partir del año 1831 su familia instauró la Wollaston Medal para premiar anualmente las investigaciones en geología y la medalla original fue labrada en paladio, uno de los metales descubiertos por Wollaston. El mineral wollastonita, un silicato de calcio triclinico, de origen metamórfico, le ha sido dedicado en los seis polimorfos conocidos hasta hoy, todos ellos descubiertos entre los años 1818 y 1983. LUDWIG AUGUST SEEBER (1793-1855) fue un físico alemán radicado en Freiberg, que por primera vez introdujo el concepto moderno de retículo cristalino donde sólo considera los centros de gravedad de las unidades atómicas oscilando térmicamente en los nodos de la red tridimensional. Publicó esta idea de avanzada para la época en su artículo *Erklärung des Baues fester Körper* del año 1824.

El notable cristalógrafo francés AUGUST BRAVAIS (1811-1863), llamado el padre de la cristalografía estructural, fue al menos uno de sus fundadores. Joven aventurero, apasionado de las ciencias naturales y oficial de la Marina, participó en varios viajes científicos desde Africa a Laponia. Se doctoró en 1837 por la Universidad de Lyon, donde fue profesor de Astronomía en el año 1841. Luego ocupó la cátedra de Física en la Escuela Politécnica de París entre los años 1845 a 1856, dedicando sus esfuerzos mayores a la cristalografía. En este último año enfermó y se retiró. Le sucedió en la cátedra HENRI HUREAU DE SENARMONT (1808-1862) mineralogista e ingeniero de Minas, estudioso de la física mineral y descubridor del óxido de antimonio, mineral hoy conocido como senarmonita (1851). Bravais fue co-fundador de la Sociedad Meteorológica, miembro de la Academia de Ciencias de Francia y de la Legión de Honor. Sus investigaciones en mineralogía, botánica, astronomía y física reflejan su talento, que se destaca en el estudio de la estructura interna de los cristales. Su teoría reticular asoma en sus memorias de cristalografía publicadas entre 1847 y 1849, en donde se destaca su "*Traité de Cristallographie géométrique et physique*" (1847). Demuestra la existencia teórica de catorce retículos o redes tridimensionales. Los retículos de Bravais subyacen a la simetría impuesta por las 32 clases de simetría en los 7 sistemas cristalográficos. Define la existencia de cinco clases diferentes de redes planas o mallas bidimensionales, las cuales hoy llevan su nombre, al igual que los puntos idénticos del cristal ideal. Pocas palabras para la curiosa vida de un cristalógrafo

militar, nacido en Finlandia y radicado en Rusia, donde estudió balística (1847), fue profesor y director en la Escuela de Artillería de San Petersburgo (1856-1867), inspector de arsenales y teniente general del ejército del Zar (1871). AKSEL VILGELMOVICH GADOLIN (1828-1892) aplicó con éxito la proyección estereográfica a la demostración y a la divulgación europea de las 32 clases de simetría, que publicó bajo el título de *Mémoire sur la déduction d'un seul principe de tous les systèmes cristallographiques* (1867). La notación de Gadolin es útil para distinguir los polos estereográficos ubicados en ambos hemisferios de la esfera de proyección, notación de uso corriente en la actualidad.



William H. Wollaston (1766-1828)



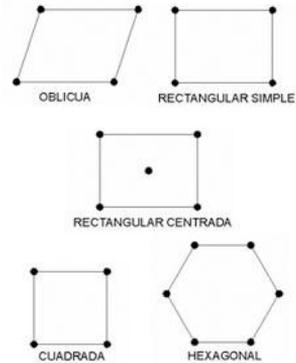
Henri H. de Senarmont (1808-1862)



August Bravais (1811-1863)



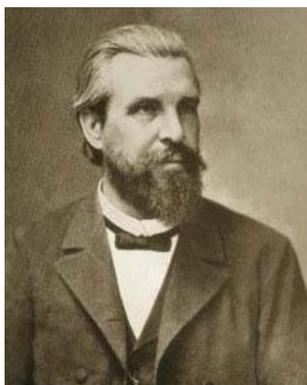
Goniómetro de Wollaston (1809)

Senarmontita Sb_2O_3 - $Fd3m$ 

Las cinco redes planas de Bravais

El conocimiento de la simetría asociada al discontinuo cristalino tridimensional, identificando sus operadores de simetría y los grupos espaciales existentes, ocupó la segunda mitad del siglo XIX. LEONHARD SOHNCKE (1842-1897) fue el físico y cristalógrafo alemán que adelantó el concepto de grupo espacial, hallando 65 grupos espaciales o combinaciones de operadores de simetría para puntos equivalentes, compatibles con diferentes retículos cristalinos. Director del departamento de física de la Universidad técnica de Munich, entre 1886 y 1897, publicó los resultados de sus estudios en *Die regelmässig ebenen Punkt systeme von unbegrenzter Ausdehnung* (1873); *Entwicklung einer Theorie der Krystallstruktur* (1879); *Die Struktur der optisch drehenden Krystalle* (1888) y *Entwicklung einer Theorie der Krystallstruktur* (1891). EVGRAF STEPANOVICH FEDOROV (1853-1919), gran matemático, cristalógrafo y mineralogista ruso a la edad de 15 años mostró la obsesión definida de ensayar topología combinatoria con polítopos

(elementos iguales y equivalentes para llenar completamente el espacio). En 1880, cuando ingresó al Instituto de Minas de Gorny, dicen que portaba desde el año anterior manuscritos con la demostración de los 230 grupos espaciales. Si bien existieron ediciones informales en 1885 y 1890, la publicación del trabajo completo recién aconteció al año 1891, en el volumen 28 del *Zapiski Mineralogicheskogo Obshestva* como “Simetría de los sistemas regulares de configuraciones”. Fedorov realizó muy valiosos aportes originales a la mineralogía óptica y a la cristalografía con el diseño de un goniómetro de reflexión de dos círculos y de su afamada platina universal de Fedorov de cuatro ejes (1893), cuyas mejores unidades fueron construidas por el industrial alemán Rudolf Fuess a partir de 1929. Miembro de la Academia de Ciencias y director del Instituto de Minas de Gorny en San Petesburgo, Fedorov reunió una enorme cantidad de datos originales sobre minerales aplicando este instrumental con sus discípulos V. I. Sokolov y D. N. Artemev, datos publicados en una obra monumental *Das Kristallreich* (1921), editada póstumamente. Descubrió leucita β , el polimorfo de alta temperatura del feldespatoido (1892). Kukharenko *et al.* en el año 1965 le dedicaron a su memoria el mineral fedorita, raro silicato hallado en las rocas alcalinas de la península de Kola.



Leonhard Sohncke (1842-1897)



Evgraf S. Fedorov (1853-1919)



Arthur M. Schoenflies (1853-1928)

Schoenfliesita – $MgSn(OH)_6 - Pr_3$ 

Platina universal de Fedorov



Lápida de Schoenflies en Frankfurt

El cristalógrafo alemán ARTHUR MORITZ SCHOENFLIES (1853-1928), un matemático educado en Berlín, se doctoró en temas de topología combinatoria bajo la guía del teórico ERNST EDUARD KUMMER (1810-1893). Años más tarde defendió su habilitación en la Universität Göttingen con el tema “Sobre el movimiento en los sistemas espaciales fijos” (*Über*

die Bewegung eines starren räumlichen Systems). Su carrera continuó en Alsacia (1884) y en Königsberg (1889) como profesor de Matemáticas, para terminar en Frankfurt del Meno (1911) donde fue decano de la Facultad de Ciencias (1914) y rector de la Universidad (1920-1921), antes de su retiro. Falleció en Frankfurt y aún se conserva su tumba con una lápida que exhibe un cristal tetragonal grabado, uno de los cinco poliedros cerrados de Fedorov. Schoenflies publicó en 1889 el artículo *Über Gruppen von Transformationen des Raumes in sich* con 227 grupos espaciales que abarcaban los grupos móviles de Sohncke. Recién con la edición del libro *Kristallsysteme und Kristallstruktur* (Leipzig 1891), un clásico de la cristalografía, amplía la demostración sobre los 230 grupos espaciales existentes y aplicables al discontinuo cristalino. Además proporcionó la conocida notación de Schoenflies para identificar los grupos puntuales y espaciales. El mineral schoenfliesita, un hidroestannato de magnesio procedente de las Brooks Mountain, Alaska, le dedicaron Faust y Schaller (1971) a su memoria, 43 años después de su muerte. El geólogo inglés y cristalógrafo vocacional WILLIAM BARLOW (1845-1934), dedujo independientemente la existencia de los 230 grupos espaciales de simetría por el estudio del empaquetamiento compacto de esferas tras ideas originales de Lord Kelvin (1889). Sus resultados alcanzados sobre los grupos espaciales se publican en 1894. Se desempeñó como presidente de la Sociedad Británica de Mineralogía entre 1915 y 1918. Un rasgo de la Luna, la Dorsal Barlow, es un topónimo que le recuerda. Hoy se le reconoce a los tres investigadores, Schoenflies, Fedorov y Barlow, la identificación original, completa e independiente de los 230 grupos espaciales.



Paul H. von Groth (1843-1927)



Charles V. Mauguin (1878-1958)



Carl Hermann (1898-1961)

PAUL HEINRICH RITTER VON GROTH (1843-1927) fue aquel mineralogista, químico y cristalógrafo alemán formado en la Academia de Minas de Freiberg y figura prominente de su época. Desempeñó los cargos de director y profesor del Instituto de Mineralogía en Alsacia luego de la anexión de la región a Alemania en la guerra franco-prusiana (1872). Inició las primeras colecciones sistemáticas de modelos cristalográficos en su país, las dos primeras colecciones con más de 2540 modelos en Estrasburgo y Munich, alentando su fabricación por la firma Krantz de Bonn. Ocupó la cátedra de mineralogía en la Ludwig-Maximilians Universität München entre los años 1885 a 1923 y participó del extraordinario desarrollo de la cristalografía con una obra sobresaliente, *Chemische Kristallographie*, en 5 volúmenes (1906). Le precedieron *Morphotropie* (1870), sus ampliamente aceptadas tablas mineralógicas que vieron cinco ediciones *Tabellarische Übersicht der Mineralien nach ihren Kristallographisch-chemischen Beziehungen* (1874, 1882, 1898, 1921); *Physikalische Krystallographie* (1876); luego junto con Aksel Gadolin *Abhandlung über die Herstellung aller krystallographischer Systeme mit ihren Unterabteilungen aus einem einzigen Prinzipie* (1896); *Einleitung in die chemische Krystallographie* (1904); y tras la experiencia de Laue, los libros *Elemente der physikalischen und chemischen Krystallographie* (1921) y

Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften (1926). Luego de la notación de Schönflies, muy usada para los grupos de puntos de la simetría molecular, se propuso la nomenclatura internacional para los grupos puntuales y espaciales o notación de Hermann-Mauguin, que fue una tarea conjunta del alemán Hermann y del francés Mauguin. CARL HERMANN (1898-1961) fue un graduado de Göttingen, luego asistente en Stuttgart entre los años 1925 a 1935 del profesor PAUL PETER EWALD (1888-1985), aquel investigador recordado por la esfera de Ewald y su construcción al usar el retículo recíproco con los métodos de difracción de rayos X en los cristales. En 1931 defendió su habilitación en Stuttgart y desarrolló la notación cristalográfica con su socio y amigo en esa época. Luego de la guerra ocupó la nueva cátedra de cristalografía en la Universidad Philipps de Marburg, a partir del año 1947. Actualmente la Asociación Alemana de Cristalografía otorga la Medalla Carl-Hermann a los profesionales jóvenes destacados en la especialidad. El físico francés CHARLES VICTOR MAUGUIN (1878-1958) se graduó en la Escuela Normal Superior de París y trabajó con el profesor Pierre Curie sobre la simetría de los fenómenos físicos (1905-1907) para luego desarrollar con Carl Hermann en Stuttgart la exitosa notación cristalográfica (1931-1932). Mauguin fue el primero en investigar el grupo de las micas y smectitas con difracción de rayos X. Ocupó las cátedras de mineralogía en las universidades de Bordeaux y Nancy por poco tiempo. Tras el retiro de Wallerant en la Sorbona, fue el titular de mineralogía en París entre los años 1933 a 1948.

El químico alemán FRIEDRICH WILHELM MUTHMANN (1861-1913) ocupó la cátedra de Química en la Technische Hochschule München (luego Ludwig-Maximilians Universität München) entre 1899 hasta su muerte en 1913. Sus investigaciones, coordinadas con von Groth, sobre la cristaloquímica en arseniatos y fosfatos de potasio y amonio le llevaron al cálculo de los parámetros de la celda elemental de la estructura cristalina, comparando los volúmenes moleculares con sus pesos específicos relativos. Los ejes tópicos de Muthmann (χ , ψ , ω) representan las longitudes relativas de las aristas de la celda elemental de los minerales y sustancias cristalinas en general (1893), como vectores de fuerza de cristalización y paralelos a los ejes cristalográficos (a, b, c) del poliedro cristalino, ejes que definió Weiss noventa años antes. De sus trabajos con minerales descubrió messelita, un fosfato de calcio y hierro, en el mismo año que publicó sus estudios en Leipzig sobre azufre y selenio como *Untersuchungen über den Schwefel und das Selen* (1890). El mineral muthmannita, un telururo de plata y oro hallado en Szekerembe, Nagyg, Rumania, le fue dedicado por Schrauf en el año 1878.

Química mineral, cristaloquímica y mineralogía sistemática en el siglo XIX

Luego de John Dalton la química decimonónica reconoce, de la mano del alemán EILHARDT MITSCHERLICH (1794-1863), un avance muy importante con la Ley del Isomorfismo (1819), la cual expresa que sustancias con composición química parecida comparten idéntica estructura cristalina. Entre los años 1818 a 1820, Mitscherlich trabajó en el laboratorio del botánico HEINRICH F. LINK (1767-1851) en Berlín, estudiando las propiedades del ácido tartárico, de fosfatos y arseniatos con relación al isomorfismo. A partir del año 1821 ocupa la cátedra de química de la Universidad de Berlín, de la que fue titular en 1825 y donde prosiguió sus investigaciones descubriendo el dimorfismo calcita-aragonita (1826) y el ácido selénico (1827). Publicó un manual de química de gran utilidad, *Lehrbuch der Chemie* (1829-1830), que vio cinco ediciones (1844-1849-1855). El mineral mitscherlichita, un cloruro de cobre y potasio tetragonal, con dos moléculas de agua de cristalización, descubierto en el volcán Vesubio, Italia, fue dedicado a su memoria por Zambonini y Carobbi en 1925.

El inventor y gran químico alemán RICHARD AUGUST CARL EMIL ERLLENMEYER (1825-1909), más conocido como Emil Erlenmeyer, estudió química en Giessen con JUSTUS

VON LIEBIG (1803–1873) y en Heidelberg con AUGUST KEKULÉ (1829-1896) y a su vez, más tarde, fue profesor de química en la Technische Hochschule München desde 1868 a 1883. Dotado de especial talento para el trabajo experimental y gran habilidad técnica en el soplado del vidrio, enriqueció la panoplia instrumental de la química inventando, entre otros aparatos, el conocido matraz cónico de fondo plano para contener las proyecciones en las reacciones exotérmicas violentas que hoy lleva su apellido (1861). Propuso la teoría de la valencia (1863), así como una notación para representar la estructura de los compuestos químicos (1867). Estableció la Regla de Erlenmeyer que regula las relaciones entre alcoholes, aldehídos y acetonas (1880). Miembro de la Academia de Ciencias de Bavaria, fue vicepresidente (1874) y presidente (1884) de la Sociedad Química Alemana, además de director de la Technische Hochschule de Munich (1877-1880).



Eilhardt Mitscherlich (1794-1863)



Emil Erlenmeyer (1825-1909)

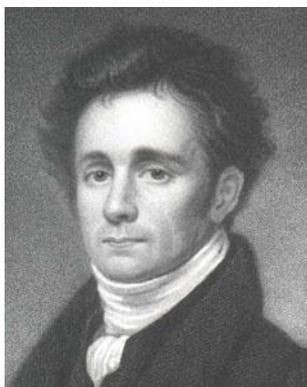


Dmitry Mendeleev (1834-1907)

Una de las cumbres de la química mundial apareció en la segunda mitad del siglo XIX con el ruso DMITRY IVANOVICH MENDELEYEV (1834-1907), llamado el padre de la tabla periódica de los elementos químicos hoy conocida mundialmente como Tabla de Mendeleev. En 1869 publicó la primera versión de su tabla periódica ordenando los elementos químicos por su número atómico, sus valencias y propiedades principales, reconociendo un período final largo de 18 elementos. La versión de 1871, en colaboración con el químico alemán JULIUS LOTHAR MEYER (1830-1895), ya predecía la existencia de tres nuevos elementos químicos faltantes en la tabla en razón de las exigencias impuestas por su lógica interna. Esos elementos fueron hallados en 1885 en la posición y con las propiedades esperadas, todo corroborado en 1913 al obtener sus números atómicos faltantes. Mendeleev, el décimotercer vástago entre los 17 hijos de un matrimonio campesino del remoto pueblo siberiano de Tobolsk, fue un prodigio intelectual enamorado de la matemática, la física y la química. Estudió en San Petersburgo y en Heidelberg entre 1850 a 1861, siendo profesor de Química en la Universidad de San Petersburgo a partir de 1863 y co-fundador de la Sociedad Química Rusa en 1869. Editó un manual en dos volúmenes “Los Principios de la Química” (1868-1870). Ya en el año 1871 San Petersburgo era un centro internacional reconocido para la investigación química en mérito a su obra. Hoy se le recuerda con el elemento químico 101 mendelevio del grupo de los actínidos o núclidos transuránidos artificiales radiactivos y con el cráter Mendeleev en la Luna. El químico londinense JOHN ALEXANDER REINA NEWLANDS (1837-1898) postuló en 1863 el primer ordenamiento de elementos químicos en función exclusiva y creciente de pesos atómicos, orden que asoció a la música por medio de una Ley de las Octavas (1865) y así su propuesta que fue previa, independiente, pero inferior en detalle, nunca prosperó. Entre los investigadores que aportaron a la tabla periódica de los elementos químicos se encuentra el

químico danés HANS PETER JORGEN JULIUS THOMSEN (1826-1909), pionero de la industria del aluminio en Groenlandia y de la termoquímica, mediante una tabla presentada en 1895. A Thomsen se le recuerda con el mineral thomsenolita, un fluoruro hidratado de calcio y aluminio que yace junto a criolita en el yacimiento de Ivigtut, en Groenlandia. Más tarde el físico inglés HENRY GWYN JEFFREYS MOSELEY (1887-1915) asoció el valor correcto de los números atómicos en la tabla periódica con sus espectros característicos de rayos X en el conocido diagrama de Moseley (1913), anticipando muy bien las posiciones 43 y 61 de los elementos desconocidos tecnecio y prometio. Moseley fue un brillante intelecto malogrado prematuramente. Contrariando los consejos de colegas y amigos se incorporó voluntario al ejército inglés durante la Primera Guerra Mundial y murió en el frente turco de Gallipoli con apenas 27 años de edad.

El siglo XIX ha contemplado la evolución explosiva de la mineralogía sistemática y determinativa realizada sobre las sólidas bases químicas que le proporcionaron Berzelius, Proust y Dalton y las nuevas herramientas de la cristalografía estructural que se desarrollan tras los aportes de Bravais, Schönflies, Fedorov y von Groth. En la transición al siglo XX, la cristalografía morfológica alcanza su cenit funcional, coincidentemente con el hallazgo de la difracción de los rayos X por los cristales, apogeo que podemos asociar a la edición de los dieciocho tomos del memorable *Atlas der Krystallformen* de Víctor Goldschmidt, entre los años 1913 a 1923. Un alumno destacado de Werner en la Academia de Minas de Freiberg, Alemania, ROBERT JAMESON (1774-1854), fue el geólogo escocés que ocupó luego la cátedra de Historia Natural en la Universidad de Edinburgo, Escocia, a partir de 1803 y por el lapso de 50 años. Publicó sobre mineralogía y geología de Escocia, teniendo a su cargo una de las mejores colecciones de minerales de Inglaterra. Su obra mayor fue *System of Mineralogy* (1804-1808) en tres tomos, con una reedición en Edinburgh, actualizada a 1816, *A Treatise on the External, Chemical, and Physical Characters of Minerals*. Otros libros de Jameson fueron: *Mineralogy of the Scottish Isles* (1800); *Treatise on the External Character of Minerals* (1805); *Elements of Geognosy, Wernerian Theory of the Origin of Rocks* (1808); *Elements of Geognosy* (1809); *Mineralogical Travels through the Hebrides, Orkney and Shetland Islands* (1813); *Manual of Mineralogy* (1821). Identificó las especies zoisita (1804) y columbita (1805). Mohs le dedicó el mineral jamesonita en 1824, la sulfosal monoclinica de plomo, antimonio y hierro. Parajamesonita era un polimorfo rómbico dedicado por Zsivny y Náray-Szabó en el año 1947, pero hoy desacreditado (Papp *et al.*, 2008).



Robert Jameson (1774-1854)



Friedrich Stromeyer (1776-1835)



Wilhelm von Haidinger (1795-1871)

FRIEDRICH STROMEYER (1776-1835) fue un químico alemán que estudió mineralogía en Göttingen y en París. A partir de 1806 ocupó la cátedra y dirigió el laboratorio de química

en la Universität Göttingen, donde descubrió el cadmio en el año 1817. Describió y publicó alofano (con Hausmann, 1816), polihlita (1818); eudialita y picrofarmacolita (1819) y también breithauptita (con Hausmann, 1833). Stromeyerita es el sulfuro rómbico de cobre y plata, mineral que Hausmann le dedica en 1816 a partir de una muestra procedente de Siberia. El mineralogista alemán JOHANN CARL LUDWIG ZINCKEN (1790-1862) estudió en la Königliche Bergakademie de la Universität Clausthal. Entre los años 1810 a 1813 trabajó como administrador industrial de metales para el príncipe regente de Westfalia. Luego continuó en la producción minero-siderúrgica por varias localidades del Harz. Hacia 1820 fue nombrado consejero de minas en Anhalt y después director del servicio de minas e industrias hanseático, donde se jubiló en 1845. Más tarde se trasladó a sus propiedades en Bernburg (1848), donde fue inspector mayor de minas hasta su muerte. Pese a sus trabajos técnicos y administrativos, siempre le apasionó el estudio de los minerales y la geología. En 1820 viajó a Sudamérica y a su regreso elaboró su libro sobre el Harz oriental, consideraciones mineralógicas y mineras, con un mapa geológico minero que publicó en su ciudad natal *Der östliche Harz, mineralogisch und bergmännische betrachtet*, (Braunschweig 1825). Otras publicaciones son *Über die Granit-ränder der Gruppe des Ramberges und der Rosstrappe* (1832), *Über den Kupfer-Antimonglanz, eine neue Mineralgattung* (1835), *Über ein neues Mineral, Kainit y Ueber die Zusammensetzung des Kainits von Leopoldshall bei Stassfurth* (1865). Se le reconocen las nuevas especies minerales clausthalita (1823), calcoestibita (1835) y kainita (1865). En su colección reunió un gran número de minerales del Harz, de Brasil y de Chile. A su vez descubrió oro y paladio en las menas seleníferas de Tilkerode en el Harz y los raros especímenes que Gustav Rose denominó plagionita (1833). También halló zinckenita, aquel raro mineral que Rose le dedicó a Zincken (1828), una sulfosal hexagonal de antimonio y plomo procedente de Wolfsberg, Harz, hallada también en Mina La Concordia, Salta, Argentina. Su compatriota, mineralogista y geólogo ERNST FRIEDRICH GLOCKER (1793-1858) estudió en Tübingen, Halle y Berlín. Habilitado en 1819, ocupó la cátedra de mineralogía en Breslau, ciudad hoy de Polonia, a partir de 1825 y fue director-conservador de la importante colección de minerales de la Universität Wroclaw, fundada en 1702. Se retiró en 1854 y se radicó en Halle, donde falleció. Identificó y describió las nuevas especies minerales: estilpnomelano (1827); pirargirita (1831); ozokerita (1833); cianotriquita, edenita, foenicrocoíta, halotriquita, mendipita (1837); apjohnita, calcoestibita, celadonita, sepiolita (1847); y arsenopirita (1849). Escribió varios libros de mineralogía topográfica y un manual reeditado: *Handbuch der Mineralogie* (1829-1831), *Charakteristik der schlesisch-mineralogischen Literatur* (1827-1832), *Grundriss der Mineralogie mit Einschluss der Geognosie und Petrofaktkunde* (1839) entre otras publicaciones de geología y paleontología.

WILHELM KARL RITTER VON HAIDINGER (1795-1871), mineralogista, geólogo y físico austríaco, fue discípulo de Mohs en Graz y también su ayudante. Estudió en Graz y en Freiberg. Visitó Francia e Inglaterra, en especial Edimburgo, la ciudad donde Mohs publicó sus libros. Entre 1825 y 1827 viajó por Europa con su amigo Allen, hijo de un banquero escocés. En 1840 sucedió a Mohs en el cargo de Consejero de Minas en Viena, funciones que incluían ser conservador de la colección imperial de minerales. Organizó la sociedad austríaca de amigos de las ciencias naturales (*Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschaften*) y fue director del Instituto Geológico Imperial de Austria (1849-1866). A su destacado mecenas y coleccionista de minerales Archiduque Stephan Franz Victor von Habsburg-Lothringen (1817-1867), le dedicó el nuevo mineral stephanita, sulfosal rómbica de antimonio y plata (1845). Estudió la óptica de los minerales y su pleocroísmo publicando gran cantidad de minerales nuevos: edingtonita (1825); braunita (1826); berthierita, fergusonita, hausmannita, manganita, pirolusita, skutterudita, sternbergita (1827); herderita (1828); johannita (1830); hartita (1841); arcanita, cuprita, domeykita, freieslebenita, goslarita, millerita, mirabilita, nitratina, termonatrita, tirolita, valentinita, wiserita, wulfenita, zincita, zinnwaldita, zippeíta (1845); hauerita, löweita (1846);

schreibersita (1847); felsöbanyaíta (1852); lindackerita, voglita (1853); hörnesita (1859) y troilita (1863). Publicó *Anfangsgründe der Mineralogie* (Leipzig, 1829); *Geognostische Übersichtskarte der österreichischen Monarchie* (Viena, 1847); *Bemerkungen über die Anordnung der kleinsten Teilchen in Kristallen* (Viena, 1853); *Interferenzlinien am Glimmer* (Viena, 1855); *Vergleichung von Augit und Amphibol* (Viena, 1855), donde se destaca su obra mayor de mineralogía sistemática *Handbuch der Bestimmenden Mineralogie* (Viena, 1845) en donde figuran los minerales hallados hasta esa fecha. En su honor, Turner le dedicó el mineral haidingerita (1827), un arseniato hidratado de calcio rómbico, procedente de la mina uranífera de Joachimsthal, hoy en la República Checa.



Heinrich Rose (1795-1864)



Gustav Rose (1798-1873)



Franz von Kobell (1803-1882)

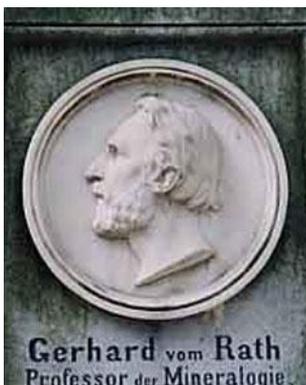
Una mención muy especial le debemos a la figura del mineralogista alemán GUSTAV ROSE (1798-1873), que fue uno de los mejores alumnos y ayudante de Christian Samuel Weiss en la Universidad de Berlín. A partir de 1856 fue también su sucesor en la cátedra de Mineralogía de esa universidad y en la dirección del famoso Mineralogisches Museum. En el año 1829 recorrió 12.000 km del vasto imperio ruso durante seis meses, junto al célebre naturalista Alexander von Humboldt, en un viaje donde obtuvo muestras de varios nuevos minerales como rodizita (1834); cloritoide (1837), altaíta (1838); cancrinita y perovskita (1839); chevkinita-Ce (1842) y samarskita-Y (1847), todos procedentes de aquella geografía. En la determinación del Nb en samarskita-Y, mineral cuyo estudio fue muy laborioso, tuvo una participación central su hermano HEINRICH ROSE (1795-1864), profesor de química en Berlín. Se le reconoce la autoría de las especies anortita (1823); epistilbita y zinckenita (1826); naumannita (1828); polibasita (1829); copiapita, fibroferrita, pearceíta y plagionita (1833); carnalita (1856) y brabantita (1870). Rose publicó varios libros: *Elemente der Krystallographie* (Berlín, 1833); *Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem kaspischen Meere*, en tres tomos (Berlín, 1837-1842); *Über das Krystallisationsystem des Quarzes* (Berlín, 1846). *Über die heteromorphen Zustände der kohlen-sauren Kalkerde* en 2 tomos (Berlín, 1856-1859); libros entre los cuales se destaca su gran obra magna *Das krystallo-chemische Mineral-system* (W. Engelmann Verlag, Leipzig; 1852), el compendio de mineralogía sistemática que sirvió de modelo en adelante a toda clasificación realizada con un ordenamiento mineral moderno, atendiendo los criterios químicos y estructurales mediante la nomenclatura allí establecida. Sobresalió en la investigación petrográfica de las rocas y de los meteoritos. Tras la muerte de Gustav Rose, el Museo de Berlín se divide en tres departamentos, el de Mineralogía dirigido por Martin Websky (1824-1886), el de Geología General y Petrografía dirigido por Justus Roth (1818-1892) y el de Paleontología con la dirección de Heinrich Ernst Beyrich (1815-1896).

La noble figura de WOLFGANG XAVIER FRANZ BARON VON KOBELL (1803-1882)

trasciende desde el sur de Alemania. Mineralogista capaz a quien se lo recuerda hoy por la tabla de fusibilidad relativa de los minerales o Tabla de von Kobell, la cual agrupa siete minerales en orden creciente a sus dificultades para fundir, desde el 1° estibinita al 7° cuarzo. El barón von Kobell nació y murió en Munich, Bavaria, abreviando sus nombres y títulos en Franz von Kobell. Estudió mineralogía en Landshut (1822) y se doctoró por la Universität Erlangen en 1824. A partir de 1826 ocupó la cátedra de Mineralogía de la Universidad, entonces Technische Hochschule München, alcanzando la titularidad ordinaria en el año 1834. Desde 1827 fue miembro extraordinario de la Bayerische Akademie der Wissenschaften y miembro ordinario desde 1842. Sus libros publicados fueron *Charakteristik der Mineralien* (en dos volúmenes, 1830-1831); *Tafeln zur Bestimmung der Mineralien* (1833, con ediciones posteriores de su tabla de fusibilidad mineral hasta 1884); *Grundzüge der Mineralogie* (1838); *Die Mineral Namen und die mineralogische Nomenklatur* (1853); y *Geschichte der Mineralogie von 1650-1860* (1864). A la muerte de Johann Nepomuk von Fuchs (1774-1856), mineralogista de Oberpfalz y profesor de química y mineralogía en Landshut, Kobell consiguió trasladar sus preciadas colecciones de minerales a Munich, las llamadas *Conservatorium der Mineralogischen Sammlungen*, con las cuales trabajó durante 60 años hasta su muerte. Se destacó en sistematizar el análisis pirometálico de los minerales. Hoy se le reconoce la autoría sobre las nuevas especies: okenita, pectolita (1828), clinocrisotilo (1834), vanadinita (1838), spadaíta (1843), calcantita, tschermigita, wittichenita (1853) y aspidolita (1869). En su honor Sätterberg (1839) nombró el mineral kobellita, sulfosal rómbica de plomo, cobre y bismuto procedente de la mina Vena, Suecia, la cual forma serie de cristal mixto con tintinaíta. Entre los prestigiosos profesores alemanes de la Bergakademie Freiberg en el siglo XIX, que acompañaron los últimos años de Breithaupt en su cátedra de mineralogía, se destacan FERDINAND REICH (1799-1882) químico descubridor del elemento indio y también CARL BERNHARD VON COTTA (1808-1874), famoso profesor de yacimientos minerales entre 1842 y 1874, atendiendo sus reconocidas asignaturas plenas *Geologie und Versteinerungslehre* y *Begründer der Erzlagerstättenlehre als Spezialdisziplin der Geowissenschaften*. Cotta publicó un manual de difusión mundial *Die Lehre von den Erzlagerstätten* (1855) con la primera síntesis mayor de teorías sobre la formación de yacimientos minerales y el depósito de las menas metalíferas. JULIUS LUDWIG WEISBACH (1806-1871), matemático e ingeniero mecánico, profesor relevante y el autor de textos muy buscados en las plantas industriales: *Handbuch der Bergmaschinenmechanik* (dos tomos 1835-1836) y *Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik* (tres tomos, 1845 a 1863).

AUGUSTIN ALEXIS DAMOUR (1808-1902), relevante científico de la química mineral decimonónica, perteneció a una muy distinguida dinastía francesa de ingenieros de la l'Ecole des mines de Paris. Parisino de toda la vida, nació y murió en la actual Ciudad de la Luz con 93 años de edad, en tiempos que todavía la noche parisiense era oscura, azarosa, llena de peligros, truhanes y prostitutas. Durante el siglo XIV sólo tres luces brillaban: la del cementerio de los Inocentes, la de la torre de Nesle y la del Gran Châtelet. Ya a mediados del siglo XVII se decretó por bando real que, en cada atardecer, las familias de París dejen encendida una lumbre en una de sus ventanas para disminuir los riesgos que se corrían en la ciudad por las noches. De la promoción 1829 de ingenieros de minas, Augustín Alexis trabajó como subsecretario en el ministerio francés de Relaciones Exteriores hasta el año 1854, cargo al que renunció para, en adelante, dedicarse por completo a la investigación mineralógica. Su primera publicación sobre los análisis de minerales apareció en el año 1837 y la última en el año 1893, lo cual implica una continuidad de 56 años en la química mineral. En la década del 50 realizó viajes científicos de recolección por las islas del mar Caribe y América central, publicando sus memorias de viaje en 1860. Hacia el año 1862 fue electo miembro correspondiente de l'Académie des sciences y en 1878 del Institute de la France. Por recomendación de Franz von Kobell ingresó de miembro pleno en la Academia de Ciencias de Bavaria, Alemania (1881). Damour fue referente famoso en la consulta sobre la composición química de los minerales al punto que Friedrich Krantz, en

su legendario negocio Rheinisches Mineralien-Kontor de Bonn, ofrecía colecciones minerales a la venta con el gancho adicional de un marbete impreso con la leyenda Damour Sammlung o Damour Collection, indicando así al cliente que los especímenes pertenecían a las yacencias o afloramientos cuyos minerales habían sido analizados por Damour. Era el caso de las muestras con perovskitas de Zermatt, Suiza; con tantalitas y columbitas de Limoges, Francia; con berilos y zafirinas de Madagascar; con cubanitas y trögeritas de Schneeberg, Sajonia; con cupritas y diopatas de Mindouli, Congo; con pirrotinas y calcopiritas de Laurion, Grecia; con bismutos y dumortieritas de Minas Geraes, Brasil; con ilmenitas y chevkinitas-Ce de Ilmen, Rusia, para citar algunos. Damour tenía generosa disposición para trabajar con sus colegas químicos en los problemas difíciles. Lo hizo con Boussingault y Saint Claire Deville sobre los minerales de las tierras raras y metales afines. También acopió una importante colección personal de minerales que, a su muerte, fue adquirida por Friedrich Krantz con destino a su empresa. La mineralogía sistemática le reconoce las nuevas especies minerales roméita (1841); ottrelita (con Descloizeau, 1842); allaudita (1847); descloizita (1854); jadeíta (1863); jacobsita (1869); trippkeíta (con von Rath, 1880), kentrolita (con von Rath, 1881); bertrandita, jeremejevita (1883) y goyazita (1884).

Krennerita (Au, Ag)Te₂ – Pma2

Gerhard von Rath (1830-1888)

Jordanita Pb₁₄As₆S₂₃ – P2₁/m

El científico alemán KARL FRIEDRICH AUGUST RAMMELBERG (1813-1899) se graduó en 1837 como médico en la Universidad de Berlín, pero se orientó vocacionalmente hacia la química y la mineralogía. Ingresó a la cátedra de Química en 1841 como docente auxiliar y ocupó el cargo de profesor extraordinario a partir del año 1845. En 1874 fue titular de la cátedra de Química Inorgánica y director del laboratorio químico del Instituto Industrial Imperial, sobresaliendo por sus habilidades analíticas. Estudió y publicó los nuevos minerales: crednerita y heteromorfitas (1849); taquihidrita (1856); magnesioferrita (1859); cloroapatita y fluorapatita (1860); xonotlita (1866) y matildita (1877). Se destacan sus libros sobre la enseñanza de la química y sus aplicaciones en mineralogía y metalurgia: *Handwörterbuch des chemischen Teils der Mineralogie* (en 2 tomos 1841-1843, reeditados en 1853); *Lehrbuch der chemischen Metallurgie* (1850); *Handbuch der Krystallographischen Chemie* (1855); *Handbuch der Mineralchemie* (1860); *Handbuch der Krystallographisch-physikalischen Chemie* (2 tomos, 1881-1882). Le fue dedicado el mineral rammelsbergita, diarseniuro de níquel que forma soluciones sólidas con las especies afines safflorita (CoAs₂) y löllingita (FeAs₂), todas con simetría rómbica (1845). El químico alemán GEORG LUDWIG ULEX (1811-1883), aficionado a los minerales, trabajó en la industria química y lo conocemos hoy por su descripción y análisis de struvita (1846) y ulexita (1849). El mineralogista alemán MARTIN WEBSKY (1824-1886), sucesor de Rose en Berlín, fue un cristalógrafo muy competente y diseñó la señal que lleva su nombre en los goniómetros de reflexión. Desde 1873 ocupó la plaza de profesor de Mineralogía en la Universidad de Berlín y

fue miembro de la Academia Prusiana de Ciencias. Websky identificó y publicó los nuevos minerales uranofano (1853); sarcópsido (1868) y caracolita (1886). Webskyíta, nombre propuesto para un aluminosilicato de magnesio y hierro en serpentinas alteradas, resultó ser crisotilo y la nominación desacreditada.

El geólogo alemán GERHARD VON RATH (1830-1888) se educó en Köln, Bonn y Berlín, para trabajar en 1856 como ayudante de Noggerath en el Mineralogisches Museum de la Universidad de Bonn, universidad donde luego ingresó como docente de Geología en 1863. A partir del año 1872 ocupó la plaza de profesor ordinario de Geología y Mineralogía y de director del Museo de Mineralogía en la misma universidad. Von Rath, científico minucioso y preciso de labor meritoria, abarcó la cristalografía, los minerales, los terremotos, los meteoritos, las rocas y la geografía física en tres continentes, con especial énfasis en Grecia, Italia, Palestina, España y Estados Unidos. Su obra publicada es considerable e incluye los nuevos minerales: jordanita (1864); marialita (1866); tridimita (1868); krennerita (1877); hannayíta (1878); newberyíta (1879); trippkeíta (con Damour, 1880); kentrolita (con Damour, 1881); fiedlerita y cristobalita (1887). En el año 1896 Baumhauer le dedica el mineral rathita, sulfosal monoclinica de arsénico, plomo y talio de los clásicos depósitos arsenicales del valle de Binn, Suiza. Es oportuno retomar con von Rath la historia de la firma Krantz en Bonn. El mismo año que von Rath accedió a la dirección del Mineralogisches Museum de la Universität Bonn, aconteció la muerte del fundador August Krantz y durante los próximos 16 años la empresa quedó a cargo de su yerno Theodor Hoffmann. De este modo, en 1874, el museo adquirió la inmensa colección mineral privada del difunto en la suma de 144.000 marcos-oro, colección que ocupa en adelante una planta completa como una de las principales atracciones del museo.



Martín Websky (1824-1886)



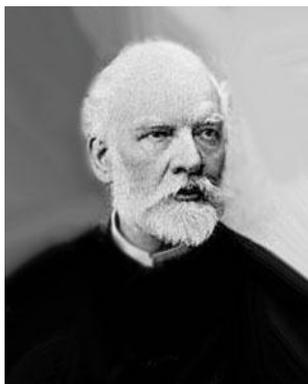
Goniómetro de Goldschmidt



Víctor M. Goldschmidt (1853-1933)

El cristalógrafo e ingeniero de minas alemán VICTOR MORDECHAI GOLDSCHMIDT (1853-1933) fue autor del muy notable *Atlas der Krystallformen* (1913-1923). Oriundo de Mainz donde cursó sus estudios elementales hasta 1870, ingresó en la Gewerbeakademie de Berlín, pero siguió estudios en la Bergakademie Freiberg por el título de ingeniero metalúrgico (1874) y para estudiar mineralogía con Albin Weisbach, el conservador de la colección mineral de Werner. Goldschmidt también fue ayudante del profesor Richter en la cátedra de soldadura de materiales entre 1875 y 1879, donde descubrió el elemento indio (In) con Ferdinand Reich. En 1879 estudió química en Munich, para continuar estudios de petrografía en Heidelberg (1980) con Harry Rosenbusch y de cristalografía en Viena (1981) con ARISTIDES BREZINA (1848-1909). Defendió su habilitación durante 1888 en Heidelberg con el trabajo *Über Projektion und graphische Krystallberechnung*. Publicó los muy útiles *Krystallographische Projectionsbilder y Projection und*

graphische Krystallberechnung (1887). Ocupó una plaza de profesor honorario en la Universität Heidelberg (1893) y de profesor independiente (1909). Tal vez fue el más grande cristalógrafo de todas las épocas. Estableció con su mujer, Leontine Porges Edle von Portheim (1863-1942), un colegio privado, el Mineralogisch-Kristallographisches Institut en 1895; luego crearon una fundación *Josephine und Eduard von Portheimstiftung für Wissenschaft und Kunst* que reunió varios institutos de investigación y un museo de prehistoria (1915-1916), fundación que superó los avatares de la Primera Guerra Mundial con el patrocinio del príncipe regente Wilhelm von Sachsen-Weimar-Eisenach. Goldschmidt publicó 177 artículos científicos y varios libros: *Index der Krystallformen der Mineralien* (en tres volúmenes, 1886-1991); *Kristallographische Winkeltabellen* (1897); *Realgar von Allchar in Macedonien* (1904) y los 18 tomos del *Atlas der Krystallformen* (1913-1923). Fundó dos revistas periódicas *Beiträge zur Kristallographie und Mineralogie*, en 1913, y *Heidelberger Akten der von-Portheim-Stiftungen* en 1922. Tras su muerte y en homenaje se postuló goldschmidtina (1939), pretendido antimoniuro de plata rómbico, mineral desacreditado tras probarse su identidad con stephanita. Inventó el conocido goniómetro de reflexión de dos círculos de Goldschmidt (1886) y lo construyó con el muy hábil mecánico Peter Stoe, que en 1887 fundó una fábrica para la producción industrial del goniómetro. Stoe expandió durante el siglo XX su producción de instrumentos de precisión, difracción de rayos X y equipos analíticos. A partir de 1966 la importante empresa Stoe se radicó en la ciudad de Darmstadt, Alemania. Al mineralogista JOHANN ALBRECHT SCHRAUF (1837-1897) se le recuerda también por otra señal que diseñó para los goniómetros de reflexión, la señal de Schrauf. Como buen austriaco se graduó en Viena, fue asistente de Mineralogía y un conservador auxiliar de la colección imperial de minerales (1861). Se doctoró en Tübingen y en 1863 defendió su habilitación como docente de Mineralogía Física en la Universidad de Viena. A partir del año 1874 alcanza la posición de profesor ordinario de Mineralogía y director conservador de la colección de minerales. Su obra édita mayor es el *Atlas der Krystallformen des Mineralreiches*, Viena (1865–1878). Describió y publicó las nuevas especies: schröckingerita (1873); veszelyíta (1874); muthmannita y stützita (1878); mixita (1879) y siderotilo (1891). Una resina orgánica nominada schraufita y compuesta por hidrocarburos heterogéneos se la llamó también vamaíta, pero ambos nombres fueron desacreditados. No obstante albrechtschraufita, fluocarbonato triclinico de uranilo, calcio y magnesio con diecisiete moléculas de agua de cristalización, procedente de la mina Joachimsthal, República Checa, es el mineral que dedicó Mereiter a su memoria en el año 1984.



Charles Friedel (1832-1899)

Friedelita $\text{Mn}_8\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_{10} - \text{C2/m}$ 

Georges Friedel (1865-1933)

El cristalógrafo GEORGES FRIEDEL (1865-1933) fue el más relevante mineralogista

francés en las tres generaciones de la familia. Su padre CHARLES FRIEDEL (1832-1899) ofició de químico y mineralogista, al igual que su hijo EDMOND FRIEDEL (1895-1972). Georges Friedel fue discípulo de Ernest Mallard en la École des Mines de Paris. Nació en Mulhouse, Alsacia. Se graduó en la École des Mines de Paris y la docencia universitaria la ejerció primero en la École des Mines de Saint-Etienne donde fue director de la escuela (1907) y luego en la Universidad de Strasbourg, también director del Instituto de Mineralogía (1919). Desde 1917 fue miembro correspondiente de la Académie des Sciences de Francia y en el servicio geológico francés alcanzó el rango de Inspecteur Général des Mines (1922). Recordado por los estudiantes como un maestro brillante en sus cursos, editó para ellos buenos manuales: *Cours de Minéralogie* (1904) en la École des Mines de Saint-Etienne; más tarde *Leçons de Cristallographie* con dos ediciones, en París (1911), y en Strasbourg (1926), libros populares que son muy buscados aún hoy para el aprendizaje de la cristalografía morfológica. Sus publicaciones científicas, principalmente en cristalografía, también en mineralogía y geología, cubren un lapso de 43 años que inicia en 1890 ayudando a su padre en la síntesis de minerales. La llamada teoría de maclado Mallard-Friedel (1920) demostró la identidad de un parámetro de celda común en minerales de baja simetría, en cada uno de los sistemas cristalográficos, propiedad que hoy reúne a las maclas meroédricas. Su ley de intercepciones simétricas racionales (1905), o ley de Friedel, adelantó la demostración sobre la existencia de los once grupos puntuales de Laue centro-simétricos, antes de aquella experiencia del propio Laue con rayos X en el tema (1913), la cual convalidó la igualdad de rayos X difractados entre planos cristalográficos equivalentes de la red directa y de la red recíproca. El mineral friedelita, silicato de manganeso monoclinico del grupo de la pirosmalita, le fue dedicado a su padre Charles Friedel por Émile Bertrand en el año 1876. Charles Friedel estudió y publicó las nuevas especies wurtzita 2H (1861), delafossita (1873), adamita (1876) y carnotita (1899).

Óptica mineral en el siglo XIX

En el siglo XIX acontece una revolución con el empleo de la microscopía de polarización en la Mineralogía y la Geología. Transcurrieron dos siglos desde que el holandés van Leeuwenhoek inventara el microscopio y la microbiología hasta que nació el microscopio de luz polarizada, el notable instrumento que impulsó en forma extraordinaria el estudio de los cristales minerales y el conocimiento de las rocas por medio de la petrografía. Si bien el mérito mayor le cabe a la inspiración del italiano Amici, que adaptó una fuente de luz plano-polarizada al viejo microscopio simple de los biólogos, creando así el microscopio petrográfico (1827), y al talento del escocés Nicol que diseñó el prisma que hoy lleva su nombre para proporcionar una fuente segura de luz plano-polarizada (1829), ambos pioneros saltaron desde los hombros de unos gigantes intelectuales que —a excepción de Fermat, Huygens y Newton— aún no habían nacido cuando Anton Leeuwenhoek vendía sus nuevos y exclusivos microscopios por Europa. Estos científicos aportaron un progreso esencial en el conocimiento de la física de la luz. PIERRE DE FERMAT (1601-1665) fue un jurista y abogado francés del Parlamento de Tolouse, al sur de Francia. Nació con el siglo XVII y sus momentos libres los dedicaba a su pasión por las matemáticas. Dotado de un talento inusual dejó honda huella en la matemática moderna con sus aportes al cálculo, el álgebra, la geometría analítica, la teoría de los números y las probabilidades, todo esto en una centuria pródiga en grandes luminarias intelectuales (Bernoulli, Descartes, Galileo, Huygens, Leibnitz, Newton, Snell, Torricelli) por nombrar algunos de una larga lista que cambiaría el mundo científico en un antes y un después del siglo XVII. Tras su afamada espiral y su último teorema, si bien en comparación el aporte de Fermat a la óptica fue menor, no por ello fue menos importante. El Principio de Fermat o principio de tiempo mínimo para las trayectorias reales de los rayos de luz (1657), indica que el trayecto seguido por la luz al propagarse de un punto a otro, es tal que el tiempo empleado en

recorrerlo es mínimo respecto de las posibles variaciones de la trayectoria. Este principio terminó siendo el pilar fundacional para el desarrollo de la Óptica Geométrica con sus leyes de reflexión, refracción y una teoría adecuada a la confección de lentes y espejos. Completó la ley de refracción por senos de ángulos incidentes y refractados que en 1621 propuso Willebrord Snell (1580-1626) y luego René Descartes (1596-1650).



Pierre de Fermat (1601-1665)



Thomas Young (1773-1829)



Jean-Baptiste Biot (1774-1862)

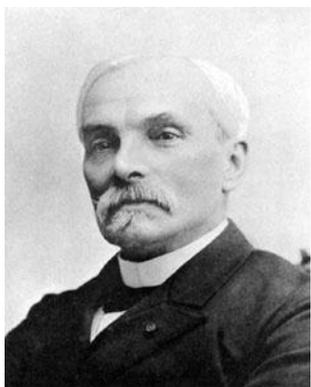
El físico, médico, lingüista y egiptólogo inglés THOMAS YOUNG (1773-1829) aportó una evidencia sólida sobre la naturaleza ondulatoria de la luz al demostrar por primera vez la interferencia de las ondas luminosas en rendijas. A fines de 1803 expuso en la Royal Society su trabajo *Experiments and calculations relative to physical optics*, tal vez el más importante de sus contribuciones en óptica física, donde presentó la teoría de ondas luminosas usando sus patrones de interferencia para el cálculo de la longitud de onda asociada a los colores. Más tarde, con el físico alemán Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821-1894), desarrollaron la teoría tricromática Young-Helmholtz para explicar la percepción básica de los colores. Estudió la fisiología de la visión y colaboró decisivamente en 1814 para descifrar la Piedra Roseta trilingüe, monolito que Napoleón se llevó desde Egipto y abrió a la ciencia el idioma de los faraones. En física mecánica fue uno de los pioneros en tratar la energía en sentido moderno. Introdujo el conocido módulo de Young, constante numérica que cuantifica la ley de Hooke sobre la elasticidad en cuerpos sólidos, midiendo la correspondencia entre esfuerzo y deformación en los materiales bajo tracción o compresión. En 1804 fue nombrado secretario de la Royal Society of London, cargo desempeñado hasta su muerte. En 1816 y 1817, Arago y Young se visitaron mutuamente en las ciudades de Londres y París, para discutir los experimentos de Fresnel. En 1827 Young es nombrado primer miembro extranjero del Instituto de Óptica de París.

El francés JEAN-BAPTISTE BIOT (1774-1862), que nació y murió en París, fue un físico y matemático con interés en muchos temas, en todos los cuales realizó hallazgos originales. Graduado en la École Polytechnique (París, 1797), fue profesor de matemáticas en Beauvais desde fines de ese año. En 1800 ocupó la plaza de profesor de física en el Collège de France y de astronomía en la Universidad de la Sorbonne (1809–1849). En 1840 recibió la Medalla Rumford en la Royal Society of London por su estudio de la polarización rotatoria de la luz al atravesar las soluciones acuosas con sustancias quirales enantiomórficas (1815). Le pertenece, en colaboración con Felix Savart (1791-1841), la ley Biot-Savart que describe el campo magnético generado por la circulación de una corriente eléctrica en un cable-espiral conductor, campo cuya intensidad varía en forma inversamente proporcional a la distancia

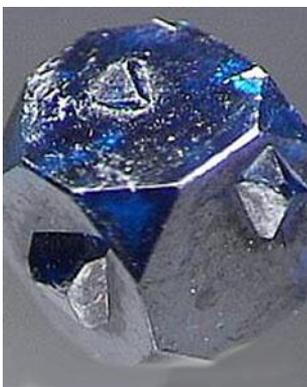
desde el conductor (1820). En mineralogía óptica postuló la ley de Biot-Fresnel, en colaboración con Agustín Fresnel (1788-1827), para calcular la posición de los vectores de vibración de los rayos extraordinarios en los fenómenos de birrefringencia en cristales de baja simetría y carácter óptico biaxial. En 1849 ingresó en la Legión de Honor y en 1856 en la Academia de Ciencias de Francia. Desde el año 1803, cuando presencié la caída y logró recuperar un meteorito, Biot fue un entusiasta del estudio de los meteoritos e introdujo en Francia el concepto correcto de cuerpos extraterrestres. Clasificó las micas por sus propiedades ópticas y fue el primero en reconocer en estos minerales la emisión de luz polarizada circular por interferencia. La especie biotita, mica negra común de la subclase de los filosilicatos, fue nominada en su honor por Hausmann en 1847. Hoy lo recuerda el cráter Jean Biot en la Luna y el biot, antigua unidad de corriente eléctrica, $1 \text{ Bi} = 10 \text{ A}$. Más tarde se destaca el francés FRANÇOIS-ERNEST MALLARD (1833-1894), mineralogista y cristalógrafo que realizó valiosos aportes al estudio óptico de los minerales. Inició sus estudios en la École Polytechnique hacia 1851, e ingresó en 1853 a la École des Mines, donde se graduó de ingeniero en 1856. Mallard fue profesor de geología, mineralogía y física en la École des Mineurs de Saint-Étienne (1859); luego dictó cátedra de mineralogía en la École Supérieure des Mines de Paris (1872) y perteneció al Conseil Général des Mines donde ejerció de inspector general a partir de 1886. En 1879 fue elegido presidente de la Société Minéralogique de France y en 1885 presidente de la Société Géologique de France. Nombrado oficial de la Légion d'Honneur y doctor *honoris causa* por la Université de Bologne en 1888. Electo presidente de la Société Française de Physique en 1890, se incorporó como miembro de la Académie des Sciences de Francia por su brillante desempeño en mineralogía. Investigador modesto y metódico, publicó el *Traité de Cristallographie* su obra magna editada en dos tomos en los años 1879 y 1884, respectivamente. Sus estudios sobre isomorfismo y polimorfismo le llevaron a definir 66 grupos espaciales de simetría en 1879. Le debemos varias aplicaciones prácticas en microscopía de polarización con un método pionero para medir el ángulo axial óptico (2V) en minerales de baja simetría, la primera platina de aguja, ideada a partir del goniómetro de Wollaston, para medir los índices de refracción en minerales anisótropos y la aplicación de la proyección gnomónica en cristalografía. En ingeniería de minas ideó un método novedoso para la detección temprana del gas grisú en las minas de carbón, el diseño de lámparas y explosivos de seguridad. Confeccionó dos cartas geológicas regionales de Francia. Describió dos especies minerales nuevas procedentes de México, boléita (1891) y cumengéita (1893). El mineral mallardita, sulfato de manganeso heptahidratado monoclinico, le fue dedicado por Carnot en el año 1879.

En el imperio Austro-húngaro, FRIEDRICH JOHANN KARL BECKE (1855-1931) fue el distinguido mineralogista y petrólogo austríaco que desarrolló un método para medir índices de refracción que hoy lleva su nombre o método de iluminación central (1893) y describió la línea luminosa denominada línea de Becke, línea que separa al microscopio petrográfico minerales con distinta refringencia. Profesor de mineralogía y petrografía microscópica en la Universidad de Czernowitz (hoy Cernaut, Rumania, 1884-1890) y en la Universidad de Praga (1891-1929), hoy usamos su excelente método para identificar plagioclasas en secciones perpendiculares al eje cristalográfico a. Trabajó sobre los carbonatos de magnesio y la esfalerita. En Viena publicó *Ätzversuche an der Zinkblende* (1883); *Ein Beitrag zur Kenntnis des Dolomits* (1889) y *Über Dolomit und Magnesit und über die Ursache der Tetartoedrie des ersteren* (1890). A partir de la ley de Biot-Fresnel, Becke postuló el concepto de esquiódromo (1905), por el cual disponemos de una solución gráfica para calcular las direcciones de vibración y predecir el contorno de las imágenes de dirección en las observaciones conosópicas del microscopio de polarización. Por sus amplios méritos recibió la Wollaston Medal en Londres el año 1929. La Sociedad Mineralógica de Austria (Österreichische Mineralogische Gesellschaft), hoy con unos 340 miembros, otorga las becas y la Medalla Becke al mérito (Friedrich-Becke-Medaille) y el premio Machatschki (Felix-

Machatschki-Preis). Su colega holandés JACOBUS LODEWIJK CONRADUS SCHROEDER VAN DER KOLK (1865-1933), nació en Zütfen, Gelderland y se doctoró por la Universidad de Leiden (1891), donde ejerció la docencia *ad honorem* en mineralogía y geología (1891-1892). Luego fue docente de mineralogía en Amsterdam (1897). En el año 1898 alcanzó la nominación de profesor titular ordinario de mineralogía en la escuela politécnica de Delft. Publicó *Kurze Anleitung zur mikroskopischen Kristallbestimmung* (1898); *Tabellen zur mikroskopischen Bestimmung der Mineralien nach ihrem Brechungsindex* (1899 y 2da edición 1906); *Mikroskopischen Studien über Gesteine aus den Molukken I und II* (1899-1900). Hoy se le recuerda por haber propuesto el método de la iluminación oblicua para determinar los índices de refracción en los minerales (1900).



François Mallard (1833-1894)

Bolíta $\text{Pb}_{26}\text{Ag}_{10}\text{Cu}_{24}\text{Cl}_{62}(\text{OH})_{48}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 

Friedrich Becke (1855-1931)

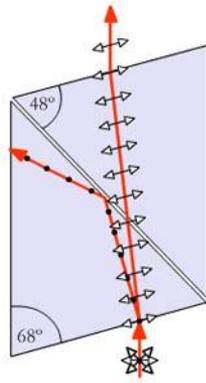
Es difícil adjudicar a un autor la expresión moderna de la teoría ondulatoria de la luz polarizada entre este grupo de investigadores pioneros y sus valiosos aportes al tema (Young, Biot, Malus, Nicol, Brewster, Fresnel, Arago, Amici, Babinet) todos coetáneos, activos y con hallazgos independientes en la primera mitad del siglo XIX. Hito decisivo fue la formulación inicial de la ley de Arago-Fresnel acerca de las condiciones de emisión de luz polarizada por interferencia a la salida de los cristales con anisotropía óptica. Hijo del Tesorero Real de Francia, ETIENNE LOUIS MALUS (1775-1812) fue educado en literatura y matemáticas, revelando un talento especial para esta última, tanto que en la École Polytechnique fue el alumno más destacado de Fourier. Asistió a la escuela de ingeniería École Royale de Genie, en Mézières, y al graduarse se incorporó a la Grande Armée de Napoleón, participando en las campañas de Egipto y Siria, donde contrajo la tuberculosis que le quitó la vida a los 37 años. Al ensayar la doble refracción en la calcita descrita por Berthelsen, Malus descubrió en 1808 la polarización de la luz, término y concepto que le pertenecen. En forma experimental halló la relación de intensidades relativas en la luz polarizada transmitida en función del ángulo entre las fuentes ($I = I^0 \cos^2\theta$), publicando esta relación en 1809, hoy conocida como ley de Malus. Define la polarización de la luz por reflexión. Un año después publica también su propia versión de la teoría de la doble refracción de la luz en los cristales, y es aceptado como miembro de la Academia de Ciencias de Francia. En 1811 recibió la Medalla Rumford y se incorpora como miembro extranjero en la Royal Society of London.

El físico y geólogo escocés WILLIAM NICOL (1771-1851) fue el inventor, en 1828, del prisma de calcita para proporcionar luz polarizada que hoy lleva su nombre. Estudió en Edinburg y fue el ayudante-lazarillo de un ciego y conocido profesor de ciencias, Henry Moyes (1749-1807), que lo alentó en sus emprendimientos y en la filosofía natural. En 1808 ingresó como miembro de la Royal Society of Edinburg y editor de la Edinburg

Encyclopedia, posición que desempeñó por veinte años. En 1815 preparó las primeras secciones delgadas que permitían observar rocas, minerales y fósiles al microscopio simple, mediante el paso de luz transmitida a través de estos cortes pulidos. Tuvo oportunidad de trabajar junto con David Brewster y en 1829 publicó una descripción detallada de su prisma de calcita como fuente continua de luz plano-polarizada. En la misma época aparecieron otros prismas para polarizar la luz, también contruidos de calcita (de Wollaston, de Senarmont, de Rochon, de Glan-Foucault, entre otros), todos los cuales fueron manifiestamente inferiores. Durante el año siguiente, Nicol adaptó sus cortes delgados y pulidos para el estudio microscópico de plantas fósiles (1830).



Etienne L. Malus (1775-1812)



Prisma de Nicol

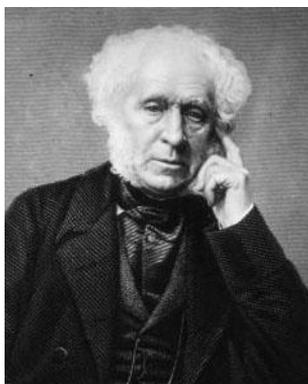


Augustin J. Fresnel (1788-1827)

AUGUSTIN-JEAN FRESNEL (1788-1827), fue el físico e ingeniero francés, de notable producción para su corta vida, que más gravitó para establecer la teoría óptica de las ondas luminosas. Se graduó con honores en la École Polytechnique, para luego cursar ingeniería en la École des Ponts et Chaussées. Sus investigaciones en óptica comienzan en 1814 con un estudio sobre las aberraciones cromáticas de la luz y prosiguen hasta su muerte por tuberculosis en 1827. Fue un excelente teórico y mejor experimentador. En 1818 publicó un trabajo sobre la difracción de las ondas luminosas que le valió un premio de la Académie des Sciences de París, donde ingresa como miembro pleno en 1823 por votación unánime. Su destreza teórica extendió la física ondulatoria de la luz a un vasto número de fenómenos ópticos y le debemos el empleo geométrico de elipsoides con las superficies de velocidad y de elasticidad para ilustrar el comportamiento óptico y mecánico de los minerales. Hacia 1811 y en colaboración con François Arago, estudió los principios que controlan la polarización por interferencia de ondas y su relación de fase de salida en los rayos que atraviesan los cristales anisótropos, reglas que hoy se conocen colectivamente como ley de Arago-Fresnel. En 1819 es designado en la Comisión de Faros de Francia. En el año 1821 concibió y fabricó la llamada lente de Fresnel, dispositivo que reemplazó con éxito los espejos usados en los faros y se emplea actualmente para usos muy variados con el diseño original. Inventor del rombo de Fresnel, un rombo de vidrio con ángulos alternos de 126° y 54° , destinado a generar una fuente de luz polarizada circularmente. Los reflectores de Fresnel permiten concentrar energía solar y una variedad de estos reflectores se usaron en el mecanismo de visión de las cámaras fotográficas reflex y polaroid. En 1825 es nominado miembro de la Royal Society of London, la cual en 1827 le otorga la Rumford Medal. La NASA ha recordado su memoria con el Promontorio Fresnel y la Rimae Fresnel en la Luna.

Sir DAVID BREWSTER (1781-1868), científico escocés, escritor e inventor, se formó en

la Universidad de Edinburgo y por su amigo Henry Brougham se orientó al estudio de las propiedades de la luz. Su inclinación vocacional hacia la astronomía, las matemáticas y la filosofía le permitió investigar el nuevo campo de la luz polarizada. En 1813 publicó *Some Properties of Light* con sus primeros experimentos y en 1815 descubrió que la polarización del rayo reflejado es máxima cuando el rayo reflejado es perpendicular al rayo refractado a través de una lámina de vidrio. Hoy se conoce como ley de Brewster la relación $n = \text{tg } i$ que nos indica que la polarización es óptima cuando la tangente del ángulo de incidencia (i) es igual al índice de refracción del vidrio. La Royal Society of London lo incorpora ese año como miembro activo. Inventó el caleidoscopio en 1816, lo patenta en agosto de 1817 y publica *Treatise on the Kaleidoscope* en 1819, con una reedición en 1858. El caleidoscopio devino en juguete muy popular y un buen suceso comercial que mejoró mucho su situación económica, al igual que el estereoscopio lenticular, invento antecesor de la cámara fotográfica, el cual ofreció imágenes tridimensionales. Otros inventos prácticos de Brewster incluyen el polarímetro, la cámara binocular, las lentes polizontales y el iluminador de faros. William Whewell, en su *History of the Inductive Sciences*, moteja a Sir David Brewster como el *Johannes Kepler de la Óptica* y en rigor recibió en vida distinciones académicas en toda Europa. Escribió varios libros: *Elements of Geometry* (1824); *Treatise on Optics* (1831); *Letters on Natural Magic, addressed to Sir Walter Scott* (1831); *The Martyrs of Science, or the Lives of Galileo, Tycho Brahe, and Kepler* (1841); *More Worlds than One* (1854); *A biography of Sir Isaac Newton* (1855). Brewster estudió y publicó las nuevas especies minerales hopeita, un fosfato rómbico de zinc y cuatro moléculas de agua de cristalización, en 1822 y lévyna, una zeolita trigonal, en 1825. Brewsterita es el nombre para las zeolitas monoclinicas de estroncio y de bario que postularon en su homenaje Brooke en 1822, ampliando un siglo más tarde Coombs *et al.* en el año 1998.



David Brewster (1781-1868)



Brewsterita de Whitesmith, Escocia



Dominique F. Arago (1786-1853)

DOMINIQUE FRANÇOIS JEAN ARAGO (1786-1853) fue el físico y astrónomo francés defensor de la teoría ondulatoria de la luz, acompañando a sus coetáneos Fresnel, Malus, Young y von Humboldt, frente a la posición adversa de Biot, Laplace y Poisson, todos partidarios de la teoría corpuscular de Newton. Se destacó por sus importantes contribuciones en óptica y magnetismo. Es autor del diseño del polariscopio, el desarrollo de un polarímetro y el hallazgo de la producción de magnetismo por la rotación de un conductor no magnético. Graduado en la École Polytechnique, fue secretario del Observatorio de París en 1804 sirviendo para el Bureau des Longitudes en numerosas misiones geodésicas y geofísicas por Europa y África. Con apenas 23 años es nominado miembro de la Academia de Ciencias de Francia en 1809, año en que sucede a Gaspard Monge en la cátedra de geometría analítica de la École Polytechnique. En 1821 Arago fue electo miembro del Bureau des Longitudes y

prosiguió sus investigaciones de campaña entre 1818 y 1826, sobre la presión y temperatura de las corrientes marinas, la geofísica del sonido y del magnetismo, trabajos por los cuales recibió la Copley Medal de la Royal Society of London en 1825. Sobre el tema de la óptica de la luz polarizada, en 1819 arbitró un ensayo como moderador del comité (Arago-Biot-Laplace-Poisson) designado para juzgar la controversia ondulatoria *vs* corpuscular, ensayo luego conocido como la mancha de Arago que favoreció las predicciones teóricas de Fresnel. Hacia el año 1838 sugirió los clásicos experimentos sobre la medición terrestre de la velocidad de la luz a sus compatriotas Armand-Hippolyte-Louis Fizeau (1819-1896), que realizó la primera medición no astronómica de la velocidad de la luz en el aire de los campos de París obteniendo el valor de 313.300 km/s, y Jean-Bernard-Leon Foucault (1819-1869), que usando un espejo giratorio en una habitación obtuvo un valor de 298.000 km/s. En 1830 Arago fue director del Observatorio de París y secretario perpetuo de la Academia de Ciencias en la plaza vacante por el deceso del matemático Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830). Le debemos la ley de Arago-Fresnel, pieza fundamental para el desarrollo de la mineralogía óptica. Dos cráteres Arago en la superficie de la Luna y de Marte, respectivamente, así como el anillo Arago alrededor de Neptuno, recuerdan sus grandes méritos.

GIOVANNI BATTISTA AMICI (1786-1863), microscopista, astrónomo y botánico italiano, lideró la construcción artesanal y venta de los microscopios de polarización de la mayor calidad para su época. Discípulo del matemático Paolo Ruffini (1765-1822), en el año 1807 se graduó de ingeniero y arquitecto por la Universidad de Bologna. Entre 1810 y 1815 ocupó plaza de profesor de álgebra y geometría en el Liceo de Modena y entre 1815 y 1825 fue profesor de matemáticas en la Universidad de Modena, su ciudad natal. A partir de 1825 se dedicó al diseño y la construcción de instrumental óptico con éxito creciente, creando en 1827 el primer microscopio de polarización operativo sin conoscopio asociado y carente de figuras de interferencia. En el año 1831 fue nombrado director del observatorio astronómico *La Specola* en el Museo de Física e Historia Natural de Florencia por el gran duque Leopoldo II, cargo que desempeñó hasta 1859, retirado por su edad del servicio activo astronómico como profesor honorario de astronomía y microscopista mayor del Museo. Inventó la microscopía acromática y el método de inmersión del objetivo en líquidos para ampliar el poder separador. En 1844 fabricó un microscopio de polarización dotado de conoscopio y platina basculante, precursora de la platina universal. El prisma de Amici, de tres piezas complementarias, impulsó la espectroscopía óptica y las lentes de Amici-Bertrand proporcionaron un impecable ajuste focal en las imágenes de microscopios y telescopios usados hasta hoy. En su proficua vida construyó unos 300 microscopios de polarización, docenas de telescopios, micrómetros, cámaras claras y equipo menor bajo pedido de los más prestigiosos científicos e instituciones de Europa y América. Un reconocimiento mundial a su tarea aconteció en la Exposición Universal de París de 1855, donde sir David Brewster elogió la superioridad técnica de la microscopía amiciana. En la Exposición Italiana de Florencia, en 1861, Amici presidió el jurado para la clase IX Física y Mecánica de Precisión. Sus innovaciones ópticas fueron incorporadas a la producción industrial de microscopios en las factorías de Carl Zeiss y Ernst Abbe en Alemania. Un cráter de 54 km de diámetro en la cara oculta de la Luna y un asteroide mayor del cinturón que orbita entre Marte y Júpiter, ambos llevan su nombre. Amicita es una zeolita monoclinica pseudotetragonal, $K_2Na_2[Al_4Si_4O_{16}].5H_2O$, el mineral nominado en su memoria por Alberti *et al.* en el año 1979, luego de transcurrir más de un siglo desde su muerte.

El mineralogista francés ÉMILE BERTRAND (1844-1909) compartió en su juventud el diseño de las afamadas lentes Amici-Bertrand con el gran maestro italiano, las cuales permiten elevar las figuras de interferencia conoscópicas al plano focal del ocular en los microscopios de polarización. Su habilidad técnica proporcionó varios dispositivos útiles aún en la actualidad.

Le debemos el refractómetro de Bertrand, con su diseño publicado en el boletín de mineralogía de la Société Minéralogique de France como “*Sur un nouveau réfractomètre*” (1885); las láminas de media sombra con cuatro cuñas de cuarzo para la determinación precisa de la posición de extinción; el ocular de Bertrand; la influencia de la temperatura sobre el ángulo axial óptico en los minerales biáxicos y en el método del duque de Chaulnes al medir los índices de refracción en láminas anisótropas de caras paralelas. Estudió y publicó el hallazgo de las especies: friedelita (1878); molibdomenita y cobaltomenita (1882), las dos últimas procedentes del cerro Cacheuta, Mendoza, Argentina. El mineral bertrandita, un sorosilicato rómbico de berilio hallado por él en las pegmatitas próximas a Nantes, le fue dedicado más tarde por su colega Damour en 1883.



Giovanni Battista Amici (1786-1863)



Microscopio-POL (Amici, 1827)



Jacques Babinet (1794-1872)

JACQUES BABINET (1794-1872) fue aquel físico, astrónomo y matemático francés mejor conocido por sus contribuciones en la óptica microscópica. Estudió en el Liceo Napoleón y se graduó en l'École Polytechnique para ingresar hacia 1812 en la Escuela Militar de Metz. Más tarde ocupó una plaza de profesor en la Universidad de la Sorbonne y en el Collège de France. En 1840 asumió en calidad de miembro electo de la Académie Royale des Sciences de París por ser un notable promotor de las ciencias. En astronomía integró el Bureau des Longitudes e investigó la masa del planeta Mercurio y el magnetismo terrestre; en geodesia introdujo la proyección homalográfica donde los meridianos son elípticos y los paralelos líneas rectas; en hidrografía estableció la ley Baer-Babinet para explicar y predecir el curso de los ríos. Por medio de los principios de Babinet conocemos el comportamiento del soluto y el solvente en las soluciones contrastadas, y el de aquellos espectros similares de luz difractada en pantallas complementarias. En 1837 abogó por el empleo del Ångström (Å) como unidad de longitud de onda de la luz; fue pionero en la idea de asociar el metro patrón de longitud a una línea espectral característica de un elemento químico, proponiendo la línea roja de emisión del cadmio (Cd); avanzado concepto puesto en práctica recién en 1983, cuando el SI (Sistema Internacional de unidades físicas) vinculó oficialmente la unidad de longitud a la línea de emisión espectral rojo-naranja del kriptón (${}_{36}\text{Kr}^{86}$). Estudioso de las propiedades ópticas y estructurales de los minerales inventó el compensador de Babinet, un accesorio del microscopio de polarización ampliamente usado, el goniómetro óptico de Babinet para la medida de índices de refracción, el polariscopio y un higrómetro. El físico y astrónomo sueco ANDERS JÖNS ÅNGSTRÖM (1814-1874), padre de la espectroscopía solar, registró más de 1000 espectros solares de emisión con la unidad $\text{Å} = 10^{-10}$ m derivada de su apellido. Esta unidad, usada durante más de un siglo en física óptica y en óptica mineral para la longitud de onda, ha sido reemplazada recientemente con el nanómetro ($1 \text{ nm} = 10 \text{ Å} = 10^{-9}$ m) por el SI. La

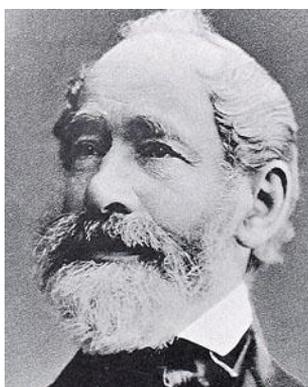
importante labor científica de Ångström tardó en ser reconocida fuera de Suecia. Estudió y trabajó en la Universidad de Upsala. En 1867 fue secretario de la Sociedad Real de Ciencias de Upsala, miembro de la Academia de Estocolmo y miembro de la Royal Society of London en 1870, institución que le otorgó la prestigiosa Rumford Medal (1872).

El óptico y artesano francés, CAMILLE SÉBASTIEN NACHET (1799–1881), fue un pionero en la microscopía de polarización. Comenzó fabricando lentes para la firma Chevalier y luego abrió un taller independiente en París para la confección y venta de microscopios Nachet et Fils, con una producción limitada y variable entre los años 1833 y 1890, producción que sostuvo en el tramo final su hijo Jean Alfred Nachet (1831-1908). Del lapso indicado sólo se recuerdan cuatro modelos diferentes con visibles mejoras técnicas y las presentaciones en las exposiciones europeas decimonónicas de la tecnología e industria siempre han ubicado a los microscopios de Nachet en una decorosa posición intermedia. CHARLES ACHILLES SPENCER (1813-1881) fue el primero en fabricar microscopios en los Estados Unidos de América a partir de 1838. Antes de este año todos los microscopios usados en América eran importados desde Europa. Spencer se inició trabajando en American Optical, modesta empresa manufacturera de gafas y lentes establecida en 1833 en Southbridge, Massachusetts. Ya en 1865 comenzó a operar como C. A. Spencer and Sons hasta su muerte en 1881, cuando la empresa quedó a cargo de su hijo Herbert R. Spencer (1849-1900). A partir de 1895 la firma usó el nombre de Spencer Lens Company con fabricación de microscopios hasta 1949. Aún cuando la década de 1880 registró no menos de veinte firmas en la venta de microscopios en los Estados Unidos, hacia el año 1903 Spencer y Bausch & Lomb ya eran las únicas firmas americanas que fabricaban microscopios. Entre 1920 y 1930 la Spencer Lens Co., además de microscopios, ofreció lentes ópticas de alta calidad para fotografía, espectrómetros, micrótomos, equipos militares, refractómetros de Abbe y goniómetros. Después de la guerra y en los años 50 Spencer Lens Company continuó como Instrument Division de la American Optical Company mostrando catálogos con gran variedad de productos y predominio de microscopios en seis categorías: Estereoscópicos, Investigación, Laboratorio, Metalúrgicos, de Polarización y de Propósitos Especiales. Durante el año 1870, la incorporación de una platina redonda, giratoria y graduada, fue el aporte muy valioso del petrólogo alemán Karl “Harry” Rosenbusch (1836-1914) a las operaciones del microscopio de polarización.

Los microscopios de polarización y su producción industrial

La producción industrial de microscopios de polarización se desarrolló muy pronto, a fines del siglo XIX y en la primera mitad del siglo XX, frente a una demanda mundial generalizada tras las nuevas técnicas de la óptica mineral y la petrografía. El estudio de las rocas en secciones delgadas con luz polarizada generó una demanda de instrumental que la esmerada producción artesanal de los pioneros como Amici, Talbot, Nachet, Dick, Chevalier, Highly, Spencer, Picard, Frankenheim, Bulloch, Koristka, Ross, Plössl, Queen, Ladd, Körner, Oberhauser, entre otros, se vio incapaz de cubrir. El fabricante alemán CARL ZEISS (1816-1888), inició la producción en serie de microscopios y sus accesorios. Estudió en Weimar y asistió a las clases de mecánica del profesor Friedrich Körner (1778-1847) en la Universidad de Jena donde se graduó en matemáticas hacia 1838. Su talento para la óptica y la mecánica de precisión sobresalió en las pasantías realizadas en diversos laboratorios de Stuttgart, Darmstadt, Viena y Berlín entre los años 1838 a 1845. Fundó la firma Carl Zeiss GmbH en la ciudad de Jena en 1846, con comienzos muy modestos y una producción de 27 microscopios en 1847, pero la visión de Zeiss fue esencial para organizar la subsidiaria Schott Glass Werk y obtener la valiosa colaboración de Ernst Abbe y Otto Schott para su fábrica. Ya en 1863 Zeiss fue reconocido por sus méritos con el título de Hofmechanikus. Hacia 1866 la firma Zeiss vendió

su microscopio número 1000 y su precio se había más que duplicado, pero la diferencia de calidad a su favor era tan grande que la competencia devino inexistente ubicando la producción de antemano. Hacia 1878 inició la fabricación en serie del microscopio de polarización con los últimos adelantos de la técnica. Esta posición de vanguardia en calidad de la empresa se mantiene tras la presentación del Axioskop 40 Pol en el año 2002. Una grata circunstancia que ya encontró a las antiguas factorías Zeiss de Jena y de Oberkochen reunificadas en la Alemania del tercer milenio. ERNST ABBE (1840-1905) fue un destacado físico y matemático alemán que realizó grandes contribuciones al diseño de lentes e instrumentos ópticos para Carl Zeiss. Abbe estudió en la Universidad de Jena y se doctoró en 1861 por la Universidad de Göttingen con un tema de termodinámica. En 1866 fue nombrado director de investigación de Carl Zeiss GmbH, año en que se asociaron dos vidas notables, los veintiséis años del joven Abbe con los cincuenta del empresario. Dos años más tarde inventó el sistema de lentes apocromáticas para incorporar a la nueva línea de microscopía de polarización y presentó, en 1873, una teoría detallada de la formación de imágenes en el microscopio. En 1870 Abbe ocupó la plaza de profesor de física y matemáticas en la Universidad de Jena y hacia 1878 fue director de los observatorios meteorológico y astronómico de Jena. Zeiss reconoció sus méritos científicos en el brillante éxito comercial de la fábrica, mediante la cesión a su favor de parte de la propiedad (1875). Tras su muerte, trece años después, Abbe asumió el control total de la empresa.



Carl Zeiss (1816-1888)



Ernst Abbe (1840-1905)



Ernst Leitz (1843-1920)

CARL KELLNER (1826–1855) fue un mecánico alemán y un autodidacta de las matemáticas que se encuentra en el origen de la prestigiosa firma Ernst Leitz GmbH, de Wetzlar, fabricante de instrumental óptico de precisión donde sobresalen los microscopios petrográficos de polarización con reconocimiento mundial. En 1849 Kellner fundó el Wetzlarer Optisches Institut para la producción de lentes e instrumentos en la ciudad de Wetzlar e inventó el ocular Kellner dotado de una óptica acromática que mejoró notablemente la imagen obtenida y que describió en *“Das orthoskopische Ocular, eine neu erfundene achromatische Linse”* (1849). Su primer microscopio lo fabricó en 1854, pero aún sin polarizadores. Hasta fines del año 1855 el instituto había vendido 130 microscopios, 5 telescopios grandes y numerosos pequeños de portación manual. Kellner falleció de tuberculosis muy joven y su viuda se casó con el maestro mecánico Friedrich Belthle (1829–1869), que dirigió la empresa con su nombre entre 1856 y 1869. En 1864 se incorpora a la firma el técnico mecánico de precisión ERNST LEITZ (1843-1920), para devenir en socio habilitado al año siguiente, fecha en que la empresa fabricó su microscopio 200, para luego vender su microscopio 1000 en 1867. Más tarde Leitz adquirió el control, tras la muerte de Belthle, refundando la compañía a partir de 1869 como Optische Institut Ernst Leitz Wetzlar. La pericia técnica y la habilidad

empresarial de Leitz mejoraron el instrumental fabricado por la compañía, el cual sobresalió en las exposiciones europeas industriales. La fama del microscopio petrográfico para el estudio de las rocas tuvo un auge mundial, incrementando la demanda de equipos en la última década del siglo XIX. Hacia 1899 la compañía fabricó su microscopio 50.000 y abrió en 1892 una sucursal en Nueva York como Ernst Leitz USA. Hacia el año 1900 la firma Leitz producía 4000 microscopios por año y reunía 400 operarios calificados. Diez años después la producción alcanzó los 9000 microscopios anuales con 950 obreros y en el año 1909 se vendió su microscopio 100.000. En 1913 introdujo el tubo binocular, pero la línea de microscopios Pol con epiluminador sólo comenzó a producirse en serie a partir del año 1925. AUGUST KÖHLER (1866-1948), científico alemán y un experto microscopista, nos brindó una tecnología superior para la iluminación microscópica conocida como iluminación de doble diafragma o iluminación Köhler. Se usa hoy por las cuatro firmas que dominan el mercado mundial de la microscopía de polarización en el comienzo del tercer milenio (Zeiss, Leitz, Nikon y Olympus). MAX BEREK (1886-1949), físico y matemático alemán asociado desde 1912 con la compañía Ernst Leitz GmbH, Wetzlar, diseñó un amplio espectro de lentes, cámaras e instrumentos ópticos para microscopía de luz polarizada. Su fotómetro y el compensador de Berek son dos éxitos de extendida utilidad. A la muerte del Leitz fundacional lo sucede su hijo ERNST LEITZ II (1871-1956) que en 1924 inició la producción de la famosa cámara fotográfica Leica con el diseño original de OSKAR BARNACK (1879-1936) y las modificaciones de Max Berek. Barnack inventó la primera cámara del mundo para películas de 35 mm cuya oferta masiva al gran público aconteció en 1925, tras la Exposición Técnica Internacional de Leipzig. En el año 1951, en coincidencia con el 80° cumpleaños de Ernst Leitz II, se vendió la cámara Leica 1.000.000. Hoy la firma Leica GmbH (1986) se encuentra a la cabeza generando las mayores utilidades entre las empresas del grupo Leitz.

En los países anglosajones la industria de la microscopía de polarización nunca alcanzó posiciones de liderazgo, pese a que siempre fueron usuarios destacados con un mercado consumidor muy importante. Al presente las compañías más relevantes exhiben su historia de tiempos mejores. Son los casos de Bausch & Lomb en Estados Unidos y de James Swift & Son en Inglaterra. JOHN JACOB BAUSCH (1830-1926) y HENRY LOMB (1828-1908) fueron dos inmigrantes alemanes que se radicaron de modo independiente durante el año 1849 en el estado de Nueva York. En 1853 Bausch abrió un negocio de óptica en Rochester para la venta de gafas, termómetros, largavistas, telescopios y microscopios importados desde Alemania. Su amigo Henry Lomb se incorporó al negocio en 1855 y para 1860 la firma Bausch & Lomb Optical Company de Rochester N.Y. ya fabricaba sus propias gafas. El primer microscopio compuesto se vendió en 1874 y a partir de 1876 se obtuvo una licencia de Zeiss para el montaje de varios tipos de microscopios biológicos y de polarización que totalizan en su apogeo, hacia 1903, más de 44.000 unidades vendidas, situación que se prolonga hasta la Primera Guerra Mundial ocupando el tercer lugar en ventas detrás de Zeiss y Leitz. En 1883 se producen las primeras cámaras fotográficas. A partir de 1912, Bausch y Lomb se convierte en el primer productor americano de lentes de alta calidad y de materiales ópticos muy variados de uso militar y civil. Al presente es una corporación de casi 14.000 agentes que opera en más de 100 países con centro de gravedad en farmacología, medicina, cirugía y óptica. En el año 1857 JAMES POWELL SWIFT (1823-1906) fundó la James Swift & Son Company en el este de Londres, firma de productos ópticos que en 1881 diseñó su primer microscopio. En 1884 se incorporó a la firma el hijo Mansell James Swift (1854-1942). La firma Swift fabricó el primer microscopio petrográfico de polarización en el año 1891. El capitán Robert Falcon Scott (1868-1912), famoso explorador inglés de los hielos en altas latitudes, empleó los microscopios Swift en sus campañas polares. Tras la muerte del último Swift, la firma quedó bajo la dirección de John H. Bassett. La producción de microscopios petrográficos, biológicos y metalográficos

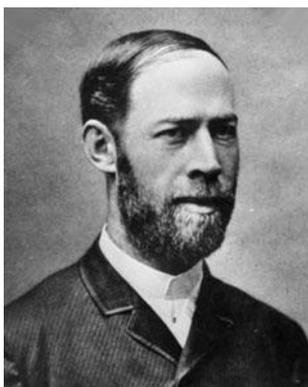
siguió hasta la venta de la compañía en el año 1968. Sólo mucho después de la Segunda Guerra Mundial, a partir de los años 80 del siglo pasado, las firmas japonesas Nikon Corporation y Olympus Optical Co. Ltd. comenzaron a ser una competencia seria, por calidad y precios, en la industria mundial de la microscopía de polarización para la mineralogía óptica. En la actualidad ya cubren una parte importante de la demanda global existente.

Los fundamentos físicos de la óptica mineral

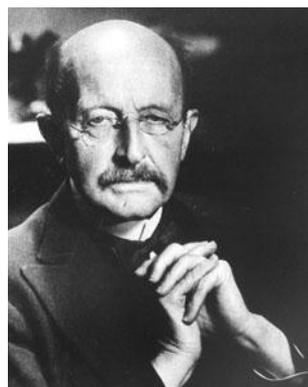
Los aportes de la física al conocimiento de la luz fueron esenciales entre los siglos XIX y XX para dirimir la vieja controversia entre ondas y partículas. La teoría del campo electromagnético de Maxwell fue ese jalón esencial que proporcionó a la mineralogía óptica un sólido fundamento teórico. Si bien el fantasma de Newton se asomó de nuevo con los fotones de Planck y la mecánica cuántica, la escala implícita de los fenómenos ópticos asociados al microscopio de polarización permiten su explicación completa y detallada mediante las ecuaciones de Maxwell y la óptica geométrica de Fresnel. JAMES CLERK MAXWELL (1831-1879) fue el físico escocés que vinculó en 1865 los fenómenos eléctricos y magnéticos, proponiendo la existencia de un espectro completo de ondas electromagnéticas transversales autoinducidas, en un campo de fuerza fundamental que interacciona con la materia. Maxwell demostró con sus ecuaciones de campo que la onda electromagnética viaja a la velocidad de la luz ($c = \lambda \cdot \mu$) y que sus propiedades dependen de la frecuencia y la longitud de onda asociadas. Maxwell concluyó que la luz es una forma de onda electromagnética confirmando las sospechas de Michael Faraday (1791-1867), que se aproximó al nudo del tema al proponer su ley de la inducción electromagnética en el año 1846. La energía asociada a todas las radiaciones electromagnéticas se propaga a igual velocidad en el vacío, pero se refracta perdiendo velocidad al atravesar la materia ordinaria transparente. El físico alemán HEINRICH RUDOLPH HERTZ (1857-1894) fue el primero en investigar los efectos fotoeléctricos y el comportamiento cuántico de la luz al interactuar con la materia. Exploró el espectro electromagnético y abrió el camino a las comunicaciones inalámbricas. Se lo recuerda con el hertz, la unidad física de frecuencia para las radiaciones electromagnéticas.



James Clerk Maxwell (1831-1879)



Heinrich R. Hertz (1857-1894)



Max Planck (1858-1947)

Más tarde el notable físico alemán MAX KARL ERNST LUDWIG PLANCK (1858-1947) postuló la teoría cuántica para explicar los intercambios de energía entre sistemas físicos, recibiendo el premio Nobel en 1918. ALBERT ABRAHAM MICHELSON (1852-1931), un físico que nació en Polonia y optó por la ciudadanía norteamericana, inventó el interferómetro Michelson en 1882 para apoyar la pasión de una vida dedicada a medir la velocidad de la luz

bajo todas las condiciones posibles. Su destacado trabajo experimental demostró que la luz pierde velocidad cuando se propaga a través de la materia. Cabe una breve mención a PAVEL ALEKSEYEVICH CHERENKOV (1904-1990), físico ruso que recibió el premio Nobel en 1958 por descubrir y caracterizar la radiación Cherenkov, el fenómeno óptico de radiación luminosa secundaria que generan y emiten las partículas que viajan en el vacío, a velocidades relativistas hiperlumínicas, cuando se frenan al atravesar la materia. La luz emitida por las radiaciones secundarias de sincrotrón y de Cherenkov constituyen las otras dos fuentes independientes de luz plano-polarizada descubiertas en la naturaleza con el trabajo de los científicos del siglo XX.

Las aplicaciones petrográficas de la óptica mineral

Hacia la mitad del siglo XIX y con el microscopio de polarización como herramienta básica, se inició en la Geología un creciente movimiento mundial por la investigación de los minerales y las rocas mediante refracción de la luz plano-polarizada. PIERRE LOUIS ANTOINE CORDIER (1777-1861) ingeniero de minas francés, a veces llamado el padre francés de la óptica mineral microscópica descubrió la cordierita y describió sus propiedades al microscopio en fecha tan temprana como 1813 y 1815, mucho antes de usar prismas polarizadores y con el empleo del dichroísmo característico del mineral. Hacia el final de su vida fue un gran entusiasta de la naciente petrografía microscópica. Se graduó en el año 1794 con la primera promoción de ingenieros de l'École des Mines que no procedían de la Polytechnique. Al igual que Malus, Berthollet, Geoffroy Saint-Hilaire, Fourier, Monge y Dolomieu, este último su maestro y mentor en la escuela, el joven Cordier participó en calidad de científico de la campaña de Napoleón en Egipto, entre los años 1798 y 1799. Hacia 1808 fue corresponsal del Instituto Dolomieu en París y en 1822 sucedió a Haüy en el sitio de mineralogía en calidad de miembro de la Academia de Ciencias de Francia. En 1830 fue el presidente fundador de la Société Géologique de France y en 1834 vicepresidente vitalicio del Conseil Général des Mines. Ejerció la docencia como profesor de geología en l'École des Mines (1804-1861) y fue administrador y director del Muséum d'Histoire Naturelle (1819-1861) en París, donde inauguró la Galería de Geología e incrementó su patrimonio físico de manera notable en calidad de conservador responsable de sus colecciones de minerales y rocas, pasando de un repositorio con 12.000 muestras recibidas a su ingreso, a 200.000 en el año de su muerte. Su asistente en el museo fue el joven naturalista Charles d'Orbigny que elaboró las guías con el inventario de las colecciones. ALCIDE CHARLES VICTOR MARIE DESSALINES D'ORBIGNY (1802-1857) arribó seis años antes que Charles Darwin a Sudamérica, en viaje de exploración científica, encomendado por el Museo de Historia Natural de Francia. Cabe citar que escribió *Voyage dans l'Amerique Méridionale* (1834-1847), una extensa obra en nueve volúmenes, cuyo relato documental e histórico se ubica en el Río de la Plata (en especial Argentina y Uruguay), Bolivia, Chile, Perú y Brasil. Cordier fue Consejero de Estado y comandante de la Légion d'Honneur (1837) y Grand-Officier de France (1859). Estudió el grado geotérmico y el vulcanismo. Aplicó por primera vez el método de grano suelto y el análisis mecánico para la investigación microscópica de minerales y rocas. Cordierita es el ciclosilicato rómbico de aluminio y magnesio, mineral que fue estudiado, dedicado y publicado por Lucas en el año 1813.

HENRY CLIFTON SORBY (1826-1908) es hoy reconocido como el padre inglés de la petrografía microscópica, nueva ciencia del estudio de rocas y minerales en secciones delgadas. Habilidadoso geólogo británico, en el año 1849 fue uno de los pioneros en usar el microscopio de polarización y las secciones delgadas de rocas. Si bien no inventó ambas técnicas, su mérito radica en percibir con profundidad los alcances que las mismas le brindaban a la petrología y a las otras ciencias de la Tierra. Desde Sheffield (1852) estimuló la petrografía mundial con su clásico trabajo *On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks*. Hacia

1853 inició la investigación del clivaje en las pizarras, rocas estudiadas antes por una pléyade de geólogos sin arribar a conclusiones definitivas. Sorby realizó un estudio petrográfico donde demostró una mecánica de presiones tectónicas en la formación del clivaje de las pizarras. Una década más tarde, ya con 31 años de edad, fue nombrado Fellow de la Royal Society en reconocimiento a su trabajo sobre las pizarras, lapso en el cual estableció la presencia de inclusiones fluidas en el cuarzo. Sorby fue pionero de la metalúrgica microscópica al estudiar el hierro en los meteoritos y en la producción industrial inglesa de hierro y aceros mediante microscopía de luz incidente (1863). Impulsó con mucha energía la ciencia forense mediante la microscopía espectroscópica y la micro-espectroscopía al detectar minúsculas cantidades de sangre en objetos, invisibles al ojo desnudo. Sir John Collinson, editor de *Sedimentology*, describe también a Sorby como el padre de la Sedimentología por sus valiosos aportes a esta ciencia y a su gran desarrollo. Adelanta la hidrodinámica de los sedimentos transportados y depositados, el significado de las paleocorrientes, de varias estructuras sedimentarias diferentes y descripciones petrográficas de las rocas sedimentarias en sección delgada, en especial calizas. Nativo de Sheffield, ingresó a los veinte años a la Sheffield Literary and Philosophical Society donde fue miembro activo por los siguientes 60 años, y siete veces su presidente. Aparte de la geología, sus muy amplios intereses abarcaron botánica, meteorología, arqueología, biología marina, arquitectura, teología, arte medieval, egiptología y filología antigua. Sorby publicó en vida unos 250 artículos científicos sobre una gran variedad de temas y fue doctor Honorario de Leyes de la Cambridge University y varias veces presidente de la Royal Microscopical Society, la Mineralogical Society, la Geological Society y la rama geológica de la British Association. El reconocimiento de su labor fue nacional e internacional logrando tres medallas de oro, la Wollaston Medal de la Geological Society en 1869, la Gold Medal de la Dutch Society of Sciences en 1872 y la Gold Medal de la Royal Society en 1874.



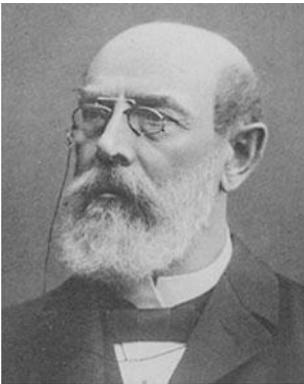
Pierre Cordier (1777-1861)

Cordierita $Mg_2Al_4Si_3O_{18}$ - Cccm

Henry Clifton Sorby (1826-1908)

En Alemania KARL HEINRICH FERDINAND ROSENBUSCH (1836-1914) Y FERDINAND ZIRKEL (1838-1912) fueron nominados los padres europeos de la petrografía microscópica tras una gigantesca labor conjunta al clasificar, describir y sistematizar las rocas por su contenido mineral en secciones delgadas. Su trabajo se inició con un simposio del año 1862 en el cual Rosenbusch y Zirkel convinieron las líneas principales de su tarea posterior, reunión que inició también el auge de la petrografía microscópica en Europa. La cálida recepción de la petrografía en la petrología lo señala la sucesión creciente de reuniones académicas sobre el tema: Zirkel en 1873, Rosenbusch en 1873 y 1877, Fouqué y Michel-Levy en 1879, Michel-Levy y Lacroix en 1888, las que jalonaron durante la década del 70 el advenimiento de la era de la petrografía microscópica. Rosenbusch fue profesor extraordinario de petrografía en la Universidad de

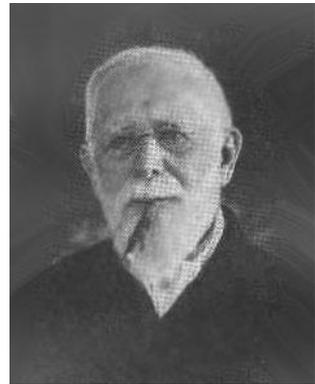
Strasbourg (1873) y profesor ordinario de mineralogía en la Universidad de Heidelberg a partir de 1878. En 1873 editó su *Handbuch über mikroskopische Untersuchungen der Gesteine* proponiendo reglas empíricas para el orden de cristalización de los minerales en una roca ígnea. Rosenbusch explicó, entre 1882 y 1889, la diferenciación magmática a partir de un magma parental uniforme, objetando las ideas previas de licuefacción de Joseph Durocher del año 1857. Otros libros destacados son: *Mikroskopische Physiographie der Massigen Gesteine* (en dos tomos 1907 y 1908); y *Elemente der Gesteinslehre* (1910), luego reeditado en colaboración (Rosenbusch, H. und Osann, A., 1923). Describió las nuevas especies minerales anortoclasa (1886) y egrina-augita (1892). Brögger le dedicó el mineral rosenbuschita, sorosilicato triclinico de calcio, sodio, titanio y zirconio procedente de Barkevik, Noruega (1887). Los profesores visitantes y los alumnos de doctorado extranjeros de Rosenbusch en Heidelberg y de Zirkel en Leipzig difundieron la petrografía microscópica por todo el mundo, entre ellos: George Hawes (1868), Charles Cross (1879), Joseph Iddings (1879), Frank Dawson Adams (1881), Andrew Lawson (1881), George Williams (1882), Louis Pirsson (1883), Henry Washington (1891-92), Reginald Daly (1897) hacia América; Bunjiro Koto (1980), Toyokichi Harada (1884) al Japón; Fouqué (1879), Michel-Levy (1881) hacia Francia. En Austria y Alemania el estudio de las rocas fue muy petrográfico y sus clasificaciones se basaban en el índice de color, la relación entre minerales coloreados o máficos versus blancos o félsicos. Las contribuciones de la escuela alemana fueron dominantes en petrografía y en mineralogía microscópica. Zirkel estudió en la Universidad de Bonn, su ciudad natal, hasta el año 1861 cuando defendió su tesis sobre la geología de Islandia. Prosiguió su formación dentro de mineralogía y petrología en la Universidad de Lemberg (1868) y en la Universidad de Kiel (1870). Finalmente ocupó la cátedra de mineralogía y geognosia en la Universidad de Leipzig en 1870, al suceder como profesor ordinario a Karl Friedrich Naumann y tomar a cargo las colecciones del Mineralogisches Museum de la universidad con 17.000 muestras minerales. Cuando lo reemplazó Friedrich Rinne (1863-1933), en el año 1909, el museo ya registraba 51.280 especímenes. En 1866 publicó la primera edición de su clásico *Lehrbuch der Petrographie* y en 1873 *Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine*, con 502 páginas editado en Leipzig por Wilhelm Engelmann. En su honor se ha nominado el Zirkel Mount en Colorado, EEUU; la dorsal Zirkel en el Mare Imbrium de la Luna y el mineral zirkelita, un óxido cúbico de titanio, calcio y zirconio procedente de carbonatitas aflorantes en Jacupiranga, Brasil, especie que le dedicó Hussak en el año 1894.



Karl Rosenbusch (1836-1914)



Ferdinand Zirkel (1838-1912)



Gustav Tschermak (1836-1927)

El mineralogista austriaco GUSTAV TSCHERMAK VON SEYSENEGG (1836-1927) difundió por primera vez la petrografía microscópica por el Imperio Austrohúngaro desde su

cátedra de Petrografía en la Universidad de Viena, investigando silicatos formadores de rocas y meteoritos. Estudió en las universidades de Viena (pedagogía), Heidelberg (mineralogía) y Tübingen donde obtuvo su doctorado en 1862. Ya de regreso en Viena trabajó como mineralogista para la Mineralogische Sammlung, de la cual fue su director en 1868. Accedió al grado de profesor ordinario en la universidad a partir de 1873 y de miembro de la Academia de Ciencias del Imperio Austrohúngaro. Fue el primero en definir con claridad el concepto de cristal mixto o solución sólida sustitucional en los minerales (1864), en estudiar los tres grupos de minerales coloreados de las rocas: piroxenos, anfíboles y biotitas (1870) y en presidir la Österreichische Mineralogische Gesellschaft fundada en 1901, cuyo segundo presidente fue Friedrich Becke. Publicó el *Chemisch-mineralogische Studie I: Die Feldspatgruppe* (1864); *Jordanit von Nagyag* (1873), *Dolomit* (1882), y su afamado *Lehrbuch der Mineralogie* que vio varias ediciones entre 1881 y 1921, esta última en colaboración con Friedrich Becke. Fundó la revista austríaca de la especialidad, editada hasta el presente, *Tschermaks Mineralogisch-Petrographische Mitteilungen*. Describió las nuevas especies minerales maskelinita (1872), ludwigita (1874) y dravita (1881). A su vez recordado con el mineral tschermakita, cabeza de una serie de anfíboles monoclinicos, por Winchell en 1945. Medio siglo después se describieron los polimorfos ferritschermakita y ferrotschermakita en serie continua con tschermakita (Leakey *et al.* 1997). Recientemente a su hija, Silvia Hillebrand Tschermak von Seysenegg, Teertstra *et al.* (1999) le dedicaron el mineral silvalita, otro miembro tetragonal del grupo de la escapolita.



Ferdinand Fouqué (1828-1904)

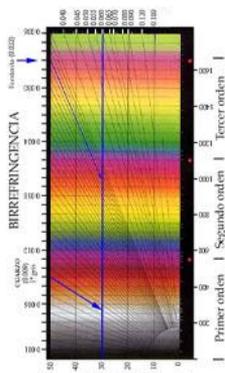


Tabla de Michel-Levy



Auguste Michel-Levy (1844-1911)

En Francia el geólogo y petrólogo FERDINAND ANDRE FOUQUÉ (1828-1904) fue el primero en usar los métodos petrográficos para el estudio de las rocas. Ingresó a la École Normale en París (1849) y más tarde, entre 1853 a 1858, quedó al cuidado de sus colecciones científicas. Recibió el Prix Georges Barón de Cuvier en el año 1876. Debutó como profesor de historia natural del College de France en París hacia 1877 y fue elegido miembro de la Académie des Sciences de Francia en 1881. Fouqué cultivó una estrecha amistad con Michel-Levy a partir del año 1875, amistad que impulsó un decisivo avance en la determinación del grupo de los feldespatos y en el empleo de los minerales claros o félsicos (feldespatos, cuarzo, feldespatoides) como criterio esencial en la clasificación moderna de las rocas ígneas. Ambos publicaron dos obras magistrales *Minéralogie micrographique des roches éruptives françaises* en dos volúmenes (1879) y *Synthese des mineraux et des roches* (1882). Le debemos el método de Fouqué (1894), para la determinación de las plagioclasas en cortes perpendiculares a las bisectrices ópticas de estos minerales, método que editó en un trabajo clave *L' étude sur la détermination des feldspaths dans les lames minces au point de vue de la classification des roches*. Como único autor publicó también *Santorin et ses éruptions* (1879).

El ingeniero de minas francés AUGUSTE MICHEL-LEVY (1844-1911) dejó una marca indeleble en la microscopía de polarización aplicada a la descripción de las rocas y sus minerales. Egresó de l'École Polytechnique en la promoción 1862 y fue el primero en el orden de mérito en su graduación en la École des Mines (1868), debutando como secretario del Conseil général des Mines en 1867. Entre 1870 y 1876 estuvo asignado a la confección de la *Carte géologique de la France*, bajo la guía de Jacquot y a su retiro le sucedió en el servicio geológico francés en 1887, alcanzando el grado de Inspecteur Général de Première Classe en 1907. También sucedió a Elie de Beaumont y a Fouqué en el sitio de geología del Collège de France (1909) y fue nombrado miembro de la Académie des Sciences de Francia en 1896. Michel-Levy describió las mirmequitas como el crecimiento vermicular de cuarzo por reacción en los contactos entre plagioclasas y feldespatos potásicos (1874). También definió las bases teóricas para medir la birrefringencia de los minerales entre nicoles cruzados (1880), diseñando la famosa tabla de colores de interferencia que hoy lleva su nombre (1888), tabla que ha sido difundida después en casi todos los manuales de mineralogía óptica y por todas las fábricas importantes de microscopios de polarización. Su muy valiosa contribución al estudio de las plagioclasas con Fouqué fue editada en tres fascículos que aparecieron entre 1894 y 1904. Le debemos el método de Michel-Levy, método estadístico para determinar plagioclasas en cortes normales a los planos de las maclas polisintéticas según ley de Albita, y el concepto nuevo y potente que los granitoides, migmatitas y gneises, en los macizos cristalofílicos, son producto de la recristalización de sedimentos depositados en antiguas cuencas (1888), frente a la escuela alemana que los consideraba relictos de la corteza primigenia del planeta. Desde su primer artículo en 1874 destacó la sucesión en la cristalización de los minerales formadores de rocas; visión paragenética moderna que definieron ambos con Fouqué en *Minéralogie micrographique* (1879), aquel libro que mereció los elogios de Zirkel en el año 1881. Otras obras editadas fueron *Minéraux des roches* por Michel-Levy y Lacroix (1888); *Classification des roches éruptives* (1889); *Notes sur la chaîne des Pys, le Mont Dore et le massif de la Limagne* (1891) y *Classification des magmas des roches éruptives* (1897-1898). En sus últimos libros Michel-Levy ya adopta el uso de los diagramas químicos de variación, propuestos por Iddings (1892), para señalar aspectos de consanguinidad y de evolución magmática en las rocas ígneas.

La mineralogía sistemática fuera de Europa Central en el siglo XIX

La historia de la mineralogía sistemática y determinativa a lo largo del siglo XIX se proyecta fuera de Europa Central con aportes importantes en América, Escandinavia, Francia, Inglaterra, Italia, Japón y Rusia, contribuciones que amplían muy rápidamente el número de especies minerales conocidas, precisando y difundiendo la nomenclatura usada. El italiano TEODORO MONTICELLI (1759-1846) fue un monje benedictino influyente, profesor de ética en la Regia Università di Catania, que reunió una notable colección privada de minerales y la organizó en un museo de fama europea. Mineralogista y secretario perpetuo de la Real Academia de Ciencias de Nápoles, en el año 1828 vendió al Museo Británico en Londres su renombrada colección de vesubianitas del volcán Vesubio. NICCOLO COVELLI (1790-1829), fue otro mineralogista italiano que descubrió en el Vesubio el mineral covellina, un sulfuro cúprico hexagonal que tiempo más tarde Johann Freiesleben estudió y le dedicó en el año 1815. Entre ambos, Monticelli y Covelli, han publicado el libro *Prodromo della Mineralogia Vesubiana* (1825) donde describen la nueva especie cotunnita, el cloruro de plomo rómbico hallado en eflorescencias sublimadas de las fumarolas del Vesubio. Dos décadas después, Monticelli editó en tres tomos su autobiografía *Opere dell'Abate Teodoro Monticelli (1842-1843)*. El mineral monticellita, un nesosilicato rómbico de calcio y magnesio procedente del Vesubio, le fue dedicado por Brooke en el año 1831. Repitiendo la saga de Giovanni de Bailleau en el siglo

anterior, aquel italiano que vendió su colección de minerales al emperador de Austria, el funcionario del Vaticano y monje benedictino Faustino Corsi (1771-1845), en una escala mucho más modesta, vendió su colección de mil ejemplares a la Universidad de Oxford en el año 1827. Su coterráneo CARMELO MARAVIGNA (1782-1851), químico y mineralogista, fue profesor de Química en Catania, un apasionado de los viajes y de la recolección de minerales que investigó los terrenos de Sicilia y el volcán Etna. Miembro de las academias de ciencias en Verona, Gioenia, Torino, Modena, Palermo y Nápoles; de diversas sociedades científicas en París, Frankfurt, Metz, Ferrara, Pesaro y Florencia en Toscana; sus mejores libros publicados fueron *Tavola sinottiche dell'Etna* (1811); *Memorie di Orittognosia Etnea e de' vulcani estinti della Sicilia* (1838); *Memoirs pour servir a l'histoire naturelle della Sicile* (1838); y *Relazione del viaggio in Francia al congresso scientifico de Clermont Ferrand* (1840).

El matemático y cristalógrafo francés SERVE-DIEU ABAILARD ARMAND LÉVY (1795-1841), más conocido como Armand Lévy, estudió matemática en la École Normale Supérieure de París entre 1813 y 1816. El año 1820 le marcó la vocación y el futuro con el episodio fortuito de conocer al afamado coleccionista y mercader en piedras preciosas, joyas y minerales Henry Heuland, heredero a su vez de los legendarios mercaderes Adolarius Jacob Forster (1739-1806, a quien dedicó forsterita, el extremo magnesiano del olivino) y Charles Hampden Turner. Lévy recibió la misión de elaborar un atlas de tan vasta colección. Un periplo de trece años por Inglaterra y Bélgica para confeccionar e imprimir el extenso catálogo antes de regresar a Francia, lo ubicó en Bruselas en la época de la creación de la Université de Liège, donde ocupó plazas de profesor de Mineralogía, Cristalografía, Geología, Mecánica Racional y Astronomía. El mineral willemita, silicato trigonal de zinc, Lévy se lo dedicó en 1830 al rey de los Países Bajos, Guillaume d'Orange, cuyo dominio abarcaba la actual Bélgica. Además descubrió babingtonita, brochantita, forsterita, roselita (1824); herschelita, phillipsita (1825) y beudantita (1826). Sin embargo la confección del catálogo de la colección mineral Forster-Heuland-Turner demoró años y se editó en forma parcial en Inglaterra recién en 1837 como "*Description d'une collection de minéraux formée par M. Henri Heuland et appartenant à M. Ch. Hampden Turner, de Rooknest dans le comté de Surrey en Angleterre*", por A. Lévy, miembro de la Université de France, de la Academia Real de Ciencias y Bellas Letras de Bruselas, de la Société Philomatique de París, de las sociedades geológicas de Londres y de Francia y de la Société des Sciences Naturelles de Liège, una obra en tres volúmenes con un atlas de 83 planchas de ilustraciones, editada por Adolphe Richter & Co. en Londres. La muerte de sus mentores y la del propio Lévy, a la edad de 45 años, dejó colecciones fragmentadas en manos inglesas, parte en coleccionistas privados, parte en el London Museum of Practical Geology, pero al parecer los mejores ejemplares terminaron en el British Museum of Natural Sciences hacia fines del siglo XIX. Des Cloizeaux, que se consideraba discípulo de Lévy, se esforzó en publicar una parte de los trabajos mineralógicos inéditos de Lévy en 1844, en los *Annales des Mines* (Tome IV, París). De igual modo, Lacroix rescató aspectos olvidados de su obra en una nota publicada en el *Bulletin de la Société Française de Minéralogie* (1919). El mineral lévyna es la zeolita trigonal de calcio y sodio que le dedicó Brewster en el año 1825. Nacido con el siglo XIX, el italiano LAVINIO DE' MEDICI SPADA (1801-1864) fue un oficial del Vaticano de vasta erudicción, mineralogista, naturalista y poeta, que revistó en lo formal de Prefecto de Armas para los papas Gregorio XVI y Pio IX. Formado en la Universidad de Pisa, en Florencia y Roma, estudió ciencias como alumno y anfitrión en Ravenna, Italia, del químico inglés Sir HUMPHRY DAVY (1778-1829). Ambos congeniaron en su pasión por la historia natural, el uso de la química en la identificación mineral y la poesía. Lavinio mostró siempre un interés especial por la mineralogía y la recolección de minerales. Hombre de mundo y fortuna, con selectas conexiones en los círculos científicos y las altas esferas de gobiernos europeos, entre los años 1828 y 1847 reunió una extraordinaria colección con 12.228 especímenes conocida como la colección Spada, la

cual fue comprada en 1851 por el Papa Pío IX. La colección engrosó el patrimonio del museo de mineralogía que fundó en el año 1804 el Papa Pío VII y que ubicó, a partir de 1806, en su fastuoso palacio “La Sapienzia” de Roma, una obra del arquitecto Gian Lorenzo Bernini (1598-1680). En la actualidad la colección Spada constituye el núcleo central del Museo de Mineralogía de la Universidad de Roma, La Sapienza. En el año 1845 Spada descubrió el mineral parisita-(Ce), un fluorocarbonato trigonal de calcio y cerio, en un lote de minerales enviado desde Muzo, Boyacá, Colombia, por el productor minero de esmeraldas J. J. Paris, de quién viene el nombre elegido. Al año siguiente estudió el meteorito de Monte Milone, Marche, Italia, caído y recuperado en esta localidad. Dos años antes, desde Monaco di Baviera, itálico nombre para la misma ciudad del hispánico Munich o el germánico München, el barón Franz von Kobell le dedicó el mineral spadaíta, silicato de magnesio hidratado en la típica paragenesis del skarn de Sasbach, Kaiserstuhl, Alemania, hallado también en la localidad italiana de Capo di Bove cerca de Roma (1843).



Arcangelo Scacchi (1810-1893)



Nils Nordenskiöld (1812-1901)



Alfred Des Cloizeaux (1817-1897)

El mineralogista italiano ARCANGELO SCACCHI (1810-1893) fue un pionero del estudio de los minerales del volcán Vesubio. En el periodo entre 1841 y 1884 descubrió 22 nuevas especies minerales en el área Vesubio-Somma. Si bien se graduó de médico a los 21 años de edad, jamás se dedicó a la medicina y prosiguió estudiando cristalografía y mineralogía. Ocupó una plaza de profesor de mineralogía en la Universidad Real de Nápoles (1842) y fue director del Regio Museo de Mineralogía en esa ciudad. En 1861 fue senador italiano por el Reino de Sicilia y en 1865 rector de la Universidad Real de Nápoles. En 1844 inició una colección de minerales del Monte Somma-Vesubio que hoy se guarda en el museo real de Nápoles. Editó docenas de artículos científicos, libros de su autoría *Distribuzione sistematica dei minerali* y *Quadri Cristallografici* (1842), *Sulle combinazioni della Litina con gli acidi tartarici* (1867) y tres catálogos con minerales del Vesubio *Catalogo dei Minerali e delle Rocce Vesuviane* (1883), *Catalogo dei minerali vesuviani con la notizia della loro composizione e del loro giacimento* (1887) y *Catalogo dei minerali e delle rocce vesuviane per servire alla storia del Vesuvio ed al commercio dei suoi prodotti* (1889). Las nuevas especies minerales publicadas por Scacchi incluyen voltaíta (1840), periclusa (1841), misenita (1849), cianocroíta, picromerita (1855), euclosina (1869), melanotalita (1870), clorocalcita, eritrosiderita, microsommíta (1872), bararita, calcocianita, cloroaluminita, cloromagnesita, clorotionita, criptohalita, dolerofanita, pseudocotunnita (1873), cuspidina (1876), litidionita (1880), lima (1882) y ericalcita (1884). Le recuerda el mineral scacchita, cloruro de manganeso trigonal, un espécimen recolectado por el propio Scacchi en el Vesubio (1855) y descripto por Adam en 1869.

El ingeniero de minas GABRIEL AUGUSTE DAUBRÉE (1814-1896) estudió en Metz y se interesó por la mineralogía y las ciencias naturales durante toda su vida. Como buen francés, en 1832 ingresó a la École Polytechnique y se graduó en ingeniería hacia 1837, siendo luego incorporado en el servicio geológico con sede en Strasbourg. Viajó por Suecia, Noruega e Inglaterra, visitando las minas de estaño de Cornwall, de las cuales escribió una memoria científica en 1841. Al año siguiente, sus trabajos sobre geología escandinava llaman la atención de Berzelius y más adelante tuvo una intensa relación epistolar con científicos de Suecia, desde Berzelius a NILS ADOLF ERIK BARON DE NORDENSKIÖLD (1812-1901), aquel famoso geógrafo y explorador ártico que le dedicara a la memoria del zar Alejandro I de Rusia (1777-1825) la variedad gema del crisoberilo, alejandrita, en el año 1842. Nordenskiöld también demostró sus nobles cualidades en su faceta de mineralogista al descubrir y publicar las nuevas especies minerales fenaquita (1833); perovskita (1835); neotocita (1849); ixiolita (1857); tapiolita (1863); crookesita (1866); hierro α (1870); ganomalita (1876); ecdemita, hialotekita, hidrocerusita, Mn-tantalita (1877); thaumasita (1878); kainosita-Y (1886) y brandtita (1888). Daubrée fue nombrado profesor de Mineralogía y Geología en la Universidad de Strasbourg en 1839. Publicó *Mémoire sur la relation des sources thermales de Plombières avec les filons métallifères et sur la formation contemporaine des zéolithes* (1858) donde describió la nueva especie mineral plombièrita, inosilicato rómbico e hidratado de calcio, al que se agregó en 1877 la descripción del nuevo mineral lawrencita, cloruro ferroso trigonal hallado en meteoritos por el químico norteamericano John Lawrence Smith (1818-1883). En esos años Daubrée ya era considerado autoridad y referente internacional en el estudio de los meteoritos tras ser nombrado profesor responsable del Muséum d'Histoire Naturelle (1861) y conservador de sus colecciones; cargo que desempeñó por 31 años hasta que llegó a ser miembro de la Académie des Sciences de Francia en la disciplina Mineralogía (1892), cuando lo sucedió a Pierre Cordier. También se le considera el fundador de la mineralogía sintética y la geología experimental al publicar, en 1849, el artículo *Sur la production artificielle de quelques espèces minérales cristallines*. Entre 1851 y 1854 logró la cristalización artificial de apatita, anatasa, rutilo, brookita, wollastonita, olivino y piroxeno. Le pertenece el concepto de agentes mineralizadores para las sustancias volátiles como el ácido clorhídrico, el fluorhídrico, el tetrafloruro de estaño y muchos fundentes variados de los óxidos de titanio, estaño y hierro en la mineralogénesis perimagmática de los yacimientos asociados a rocas ígneas. En 1862 ocupó el cargo de profesor de mineralogía en l'École des Mines, el de inspector general de Minas en 1872, y de director de l'École des Mines y miembro Grand Officier de la Légion d'Honneur de France en 1881. Entre sus obras más importantes sobre los meteoritos, yacimientos minerales y metalogenia figuran *Etudes synthétiques de géologie expérimentales* (París, 1879), *Les Météorites et la constitution du globe* (París, 1886), *Les Eaux souterraines aux époques anciennes* (París, 1887) y *La Génération des minéraux métalliques* (París, 1890). En honor de Daubrée se han nominado y descrito dos nuevos minerales el mismo año: daubrélite, Cr_2FeS_4 cúbico, sulfoespinelo de cromo y hierro intercrecido con troilita en un meteorito mexicano, dedicado por John Smith (1876); y daubrécita, hidróxido de bismuto tetragonal, procedente de la mina Constanca, volcán Tasna, Bolivia, dedicado por el mineralogista polaco Ignacio Domeyko (1876), a la sazón radicado en Chile.

ALFRED LOUIS OLIVIER LEGRAND DES CLOIZEAUX (1817-1897) estudió en el Collège de France con Jean-Baptiste Biot y fue profesor de mineralogía en la École Normale Supérieure y luego en el Muséum National d'Histoire Naturelle de París. Este destacado mineralogista francés aplicó la cristalografía y el microscopio de polarización al estudio de los minerales, descubriendo la actividad óptica o polarización rotatoria en cinabrio y otros cristales enantiomorfos. Su laboratorio en el museo, muy bien equipado, le permitió un estudio pionero de los feldespatos y su relación con las rocas (1875), definiendo las propiedades ópticas de 468 minerales en sección delgada. Des Cloizeaux fundó la Société Française de Minéralogie et de

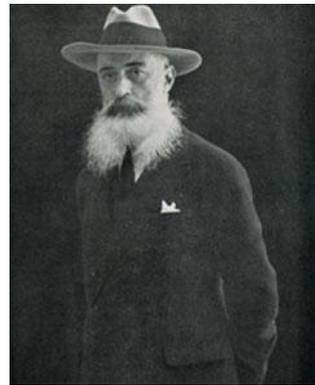
Cristallographie en 1878, fue miembro de la Académie des Sciences en 1869 y su presidente en 1889. La Geological Society of London le otorgó la medalla Rumford en 1870 y la medalla Wollaston en 1886. Algunos de sus libros son *Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz* (1855), *Leçons de cristallographie* (1861) y el *Manuel de Minéralogie* en dos volúmenes (1862 y 1874). Describió las nuevas especies minerales ottrelita (con Damour, 1842); montebrasita (1871; clinohumita (1876) y serpierrita (1881). El mineral descloizita, vanadato rómbico de plomo y zinc, fue nominado en su honor por Damour en 1854. El italiano QUINTINO SELLA (1827-1884) fue profesor de mineralogía en la Universidad de Torino, ministro de Minas y diputado del nuevo Reino de Italia (1861-1871) apoyando con fervor al sector minero e impulsando la carta geológica de los Alpes Apuanos (1867). Estudió mineralogía en Torino y se graduó de ingeniero de minas en la École des Mines de París. Fue el fundador del Club Alpino Italiano y publicó los libros *Studi sulla Mineralogia Sarda* (1856), *Sulle condizioni dell'Industria Mineraria nell'Isola di Sardegna* (1871) y un manual para los alumnos de Torino que tuvo dos ediciones *Primi Elementi di Cristallografia* (1862 y 1877). El mineral sellaita, el fluoruro de magnesio tetragonal descubierto en las morrenas del glaciar Gebroulz, Savoy, Francia, le fue dedicado en su homenaje por Strüver en el año 1868. WILLIAM PETER JERVIS (1831-1906) fue un mineralogista que nació en la India, hijo de un oficial británico y de madre italiana. Desde niño en la escuela se embelesó con los minerales y más tarde ingresó en la Royal School of Mines de Londres donde se recibió de ingeniero. Finalmente se radicó con su madre en Italia, recorrió la península tras los minerales y se comprometió con la causa libertaria de Giuseppe Garibaldi (1807-1882), el unificador de la república italiana en el siglo XIX. En 1863 fue designado conservador de las colecciones minerales en el Museo Industriale Italiano di Torino. Fue miembro de la Geological Society of London y corresponsal del Instituto de Geología de la Universidad de Viena. Entre los años 1873 a 1879 publicó una obra en cuatro volúmenes intitulada *I Tesori sotterranei dell'Italie* con la descripción de los minerales, sus yacimientos en Italia, sus aplicaciones industriales, estudios geológicos y consideraciones económicas. Tres años más tarde editó el libro *Dell'Oro in Natura* (1881). A más de siete décadas de su muerte, la nueva especie jervisita, un clinopiroxeno de sodio y escandio del grupo de la jadeíta, fue descrita y nominada en su memoria por Mellini *et al.* (1982). El mineral fue descubierto y recuperado junto con cascandita, otro nuevo silicato de calcio y escandio del grupo de la wollastonita, de la cava Diverio en la localidad de Baveno, Italia.



Antonio D'Achiardi (1839-1902)



Dachiardita, Isla de Elba, Italia



Giovanni D'Achiardi (1872-1944)

Oriundo de la ciudad de Pisa, el mineralogista italiano ANTONIO D'ACHIARDI (1839-1902) ocupó la cátedra de mineralogía y petrografía de la Universidad de Pisa en calidad de profesor titular ordinario. De precocidad poco común durante su escolaridad básica, Antonio

era casi un niño cuando ingresó a la universidad en el año 1855. Estudió en las facultades de ciencias naturales y de letras en forma simultánea y se graduó en 1859. Ayudante del profesor Sebastiano De Luca en la cátedra de Química General, sufrió un accidente al manipular ácido nítrico por el cual perdió su ojo izquierdo (1860). Al año siguiente consiguió una ayudantía en la cátedra de Geología y Mineralogía al servicio del profesor Giuseppe Meneghini (1811-1889) un médico original de Padua y refugiado en Pisa por razones políticas, que le brindó singular aprecio y la posibilidad de explorar y recolectar minerales en las comarcas de la Toscana. Diez años más tarde inició tareas docentes en mineralogía para la cátedra de Meneghini, pero recién en el año 1873 ocupó el cargo de profesor extraordinario de Mineralogía en suplencia de Meneghini a la sazón Rettore Magnifico dell'Università di Pisa (1873) y luego senatore del Regno d'Italia (1886). Con su modestia genuina, D'Achiardi publicó su experiencia con los minerales mediante una obra notable *Mineralogia della Toscana* en dos tomos (1872). Fue secretario de la Società Toscana di Scienze Naturali (1874). Recibió una medalla de oro por su libro sobre los minerales de la Toscana por parte de la Accademia delle Scienze di Modena (1875) y alcanzó la titularidad como profesor ordinario de Mineralogía en Pisa. En 1881 habilitó un laboratorio y un museo mineralógico de su dirección en la universidad, con un nuevo edificio inaugurado en el año 1888. Registra más de 70 publicaciones, algunas son: *Sui granati della Toscana* (1871); *Miniere di mercurio in Toscana* (1877); *Sull'origine dell'acido borico e dei borati* (1878); *I Metalli, loro Minerali e Miniere* (1883); *Guida al corso di Litologia* (1888) y el primer tomo de *Guida al corso di Mineralogia* (1890) con la parte general. Luego de su muerte la segunda parte sobre mineralogía especial quedó a cargo de su hijo GIOVANNI D'ACHIARDI (1872-1944), otro mineralogista que alcanzó el cargo de profesor titular ordinario de Mineralogía en la Università di Pisa en el año 1910. Egresado de la Università di Pavia, fue ayudante de su padre en Pisa. Estudió con ahinco los minerales de la Toscana y publicó unos 120 artículos. Años más tarde Giovanni dedicó parte de su tiempo a la política y la administración ocupando los cargos de Rettore dell'Università di Pisa y de Senatore del Regno di Italia. Descubrió las nuevas especies minerales: dachiardita, zeolita cálcica monoclinica en la pegmatita granítica de San Piero di Campo, isla de Elba, Italia, que denominó para honrar al padre (1906) y ginorita (1934). La especie dachiardita-Na de Orli di Fassa, Alpes del Suisi, Bolzano, Italia, con más sodio que calcio e igual simetría, fue estudiada y publicada mucho después por Alberti (1975). Italiano decimonónico de ascendencia germana GIOVANNI STRÜVER (1842-1915), ayudante de Quintino Sella, fue profesor titular de la cátedra de Mineralogía en la Universidad de Roma y el más relevante conservador del Museo de Mineralogía "La Sapienza" fundado por Pio VII en 1804. Mineralogista de fuste, sucedió al primer director-conservador de este museo, el sacerdote Carlo Giuseppe Gismondi (1762-1824), el mismo que halló el mineral gismondita, una zeolita monoclinica de calcio y aluminio en oquedades de la leucitita de Capo di Bove, Roma; zeolita estudiada, nominada y publicada en 1817 por KARL CÄSAR RITTER VON LEONHARD (1779-1862), profesor ordinario de mineralogía en la Universität Heidelberg entre los años 1818 a 1856, que a su vez recibió la propuesta de leonhardita en dos oportunidades, ambas desacreditadas. El mineral leonhardita propuesto por Berdesinski resultó starkeyíta y el propuesto por Blum resultó laumontita, una zeolita bastante común. Strüver poseía mayor capacidad técnica para trabajar los minerales en comparación con Gismondi y el resultado de su tarea le valió el apodo posterior de "*Il vero padre del Museo di Mineralogia dell'Università di Roma La Sapienza*". Sin contar el inventario previo, incluidas las colecciones de Chierici (1919), la del Papa Leon XII y su conocida Dactyliothea (1829) y la de Spada (1851), durante su permanencia al frente del museo el patrimonio mineral creció en otros 10.000 ejemplares producto de sus campañas de recolección en el Lazio, en la isla de Elba y en los Alpes del Piemonte. Organizó la colección de meteoritos del museo, encabezada por el condrito brechado L5 Monte Milone, pieza valiosa con su caída controlada del 08 de mayo de 1846 en Macerata, Marche, Italia, acompañada por otros 200 ejemplares que suman la casi totalidad de

los meteoritos italianos conocidos a la época de su retiro en 1913. En ese año la colección mineralógica ya contenía 896 especies diferentes y más de 23.000 ejemplares. El balance de su trabajo unipersonal de cinco décadas puso al Museo La Sapienza de Roma en un buen nivel mundial para la época, casi equiparable al British Museum de Londres y al Naturhistorisches Museum de Viena, en el segundo lugar de Italia tras el museo mineralógico de Florencia. La mineralogía sistemática le reconoce la nueva especie sellaíta (1868), pero desestimó su propuesta gastaldita por su identidad con el anfíbol glaucofano. El mineral strüverita, el óxido tetragonal de titanio y tantalio, forma una serie de cristal mixto con ilmenorutilo, fue hallado en la localidad de Craveggia del Piamonte italiano y se lo dedicó Zambonini en el año 1907.

Por decisión del emperador Mutsuhito, durante el gobierno de la restauración Meiji en el Japón de la segunda mitad del siglo XIX, la Universidad de Tokio fue la primera en reorganizar una cátedra de mineralogía y la colección imperial de minerales. El primer profesor de mineralogía TSUNASHIRO WADA (1856-1920), que todos consideran el padre de la moderna mineralogía del Japón, también tuvo a cargo esa magna colección en calidad de conservador. Nació en Obama, Wakasb, Japón, cursando sus estudios en la Universidad Imperial de Tokio donde accedió al primer escalón de la docencia como profesor asistente en 1875. Diez años después alcanzó la titularidad de profesor ordinario en mineralogía y litología (1885). Siempre trabajó en paralelo para el Servicio Geológico Imperial del Japón, institución que presidió en 1880. Entre 1880 y 1893 fue presidente de tres organismos del gobierno japonés, circunstancia que le permitió cofundar la industria del acero en Japón (1890), para lo cual le fue encomendado varios viajes previos a los países industriales occidentales de Europa y América (1889). Entre 1896 a 1908 presidió el Instituto Japonés de Ingenieros de Minas (Nippon Kogyoki). Contando con la inestimable confianza de su gobierno, a partir de 1902 visitó China central y del norte al frente de un nutrido grupo de geólogos e ingenieros de minas, concertando un contrato muy favorable con la firma Daiya Iron Mine, contrato de importancia geopolítica aceptada por la victoria del Japón sobre Rusia en la guerra de 1905 y la anexión de Corea. En 1916 organizó y presidió el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas (Kinzo-ku-Kogyo Kenkyu-Sho). Wada representó a su país en la International Exposition de Viena (1873) y en el International Geological Congress de Berlín (1884), tomando en Alemania cursos de mineralogía. Con su colección de minerales organizó las Ferias Nacionales japonesas en Tokio, entre los años 1877 y 1891, en las que fue jurado para la sección minera e industrial. Allí exhibió los famosos topacios japoneses procedentes de las pegmatitas de Takayama y Hosokut, provincia de Mino, y de la pegmatita Ishigure, provincia de Ise; las amatistas gema de Fujiya, provincia de Hoki y el cuarzo rosa de Gota, en la provincia de Maki. También de las pegmatitas de Takayama ofreció magníficos cristales de vivianita, turmalina azul transparente y crisoberilo amarillo. En 1893 y a su retiro del Servicio Geológico Imperial y de la Oficina Minera Imperial del Japón, Wada editó *The Mining Industry of Japan during the last twenty-five years, 1867-1892*, difundiendo su vasta experiencia. Otros de sus libros son: *Crystallography* (1877) y *The Mineral Industry of Japan* (1904), en japonés e inglés. Wada publicó varias ediciones de su obra inicial *Beiträge zur Mineralogie von Japan*, luego traducida al inglés como *Minerals of Japan*, desde el año 1904, con ediciones ampliadas y bellas fotografías. A su retiro de la universidad, Wada donó su colección personal a la Mitsubishi Corporation, al presente en el inventario del Ikuno Mineral Museum. El petrólogo y geólogo de la Universidad de Tokio BUNJIRO KOTO (1856-1935) es recordado como el padre de la petrología y la geología del Japón por su aporte inicial en la petrología y tectónica de los esquistos Sanbagawa y de las andesitas calcoalcalinas de estas islas del Pacífico. Nació en Tsuwano, prefectura de Shimano, al oeste del Japón, y tuvo su pasantía en Alemania para estudiar con Zirkel en Leipzig (1880-1882) y Groth en Munich (1883). Miembro de la Geological Society of London en 1905 y miembro extranjero (1909), por pocos años perteneció a la Mineralogical Society (1913-1917). El mineral kotoíta, borato de

magnesio de skarn con simetría rómbica procedente de la mina Hol-Kol, en Suan, Corea, fue nominado en su memoria por Watanabe en el año 1939. La tarea petrográfica en el basamento de las islas fue continuada por Jun Suzuki (1896-1970) y Yoshi Horikosi (1905–1992) en el área Besshi de la isla central Shikoku. Los criterios europeos postulados por Pentti Eskola para las facies metamórficas recién se aplican en el Japón moderno de postguerra, entre los años 1953 a 1958, por AKIHO MIYASHIRO en el cinturón metamórfico de baja P/T del complejo Abukuma y por Shohei Banno y Yotaro Seki en el cinturón metamórfico de alta P/T en Sanbagawa. A Miyashiro le debemos también los minerales osumilita, osumilita-(Mg) (1953), magnesio-arfvedsonita y magnesioriebeckita (1957). La tarea oficial de Wada y Koto fue secundada con eficacia en el Japón por la pasión de los aficionados a los minerales y su notable actividad. Al presente se aprecia en cada localidad japonesa un centro cultural o un museo donde los coleccionistas exhiben al menos los minerales de la región. Estos innumerables museos a veces sorprenden por su envergadura en relación al pueblito que los alberga. En este sentido OTOKICHI NAGASHIMA (1890-1969) fundó un club y anticuario conocido como el Iwamoto Mineral Shop, muy popular en su época. Nagashima es recordado como el pionero de la mineralogía amateur japonesa y con el mineral nagashimalita, un ciclosilicato rómbico de bario y vanadio del grupo de la taramellita, espécimen hallado en la mina Mogurazawa, Gumma, Honshu, Japón, que le dedicaron a su memoria Matsubara y Kato en 1980. Conviene advertir que los minerales japoneses iimoriíta-(Y) (1970); hidroxillestadita (1971); masutomilita (1977); kinchililita (1981); amonileucita y kimuraíta-(Y) (1986) fueron estudiados y publicados, entre varios colegas de ese país, por Kozo Nagashima. Kozo, Ken y Mariko Nagashima son tres investigadores nipones profesionales de igual apellido, todos vinculados a la mineralogía, con presencia en revistas internacionales y nacidos en el siglo XX.

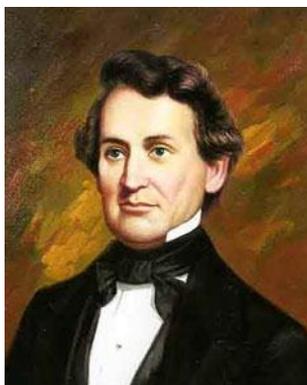
La mineralogía en América anglosajona durante el siglo XIX

Con el siglo XIX comenzó la historia de la mineralogía en América anglosajona por intermedio de su brillante e indudable pionero, el geólogo, naturalista y mineralogista JAMES DWIGHT DANA (1813–1895), nacido en Utica, Nueva York, y graduado en Yale durante el año 1833. La escuela de Dana en mineralogía es la expresión sintética que remite a la acción de los mineralogistas anglosajones en América del Norte durante los últimos dos siglos. Publicó su "*System of Mineralogy*" (1837) y el *Manual of Mineralogy* (1843), dos obras fundacionales de referencia que actualizó en vida con sucesivas ediciones, a las que siguieron las ediciones de sus discípulos hasta hoy, sin omitir el nombre del pionero fundador. En 1993 apareció la edición 21° del *Manual of Mineralogy, after James D. Dana* y pocos años después la 8° edición del *Dana's New Mineralogy, the System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana* (1997) tras incontables reimpresiones y traducciones de sus ediciones a varios idiomas. En la cuarta edición del año 1854, Dana ya adoptó el orden sistemático de la clasificación de Berzelius, el cual estaba muy cerca del criterio oficial actual de la Comisión de Nuevos Minerales, Nomenclatura y Clasificación (CNMNC) de la Asociación Internacional de Mineralogía (IMA). El "Dana" permaneció así, a través del tiempo, como la "biblia" de los mineralogistas en países de habla inglesa y de muchos otros en el resto del mundo. En Europa algo similar apenas se aproxima con el *Lehrbuch der Mineralogie* de Friedrich Klockmann, editado por primera vez en 1891, donde su decimosexta edición, escrita por Paul Ramdohr y Hugo Strunz, apareció en el año 1978 bajo el título *Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie*. Ya su edición decimocuarta, en muy buena traducción al español de FRANCISCO PARDILLO VAQUER (1884-1955), que fuera el catedrático de cristalografía y mineralogía de la universidad de Barcelona, se conoció como *Tratado de Mineralogía de Klockmann - Ramdohr* en los países hispanoparlantes, una excelente obra de la editorial Gustavo Gili S.A. (1961). Ciertamente es que los libros de Dana reemplazaron de modo progresivo y considerable a los tratados de Häüy (1801), Beudant (1830-1832) y Des

Cloizeaux (1862-1874) en Francia; a los de Jameson (1804-1808 y 1821) en Inglaterra; a los de Hausmann (1813), Naumann (1828), Glocker (1829-1831), Haidinger (1845) y Rose (1852) en Alemania y Austria, aún para la divulgación de la mineralogía en sus respectivos países. Dana estudió geología con BENJAMÍN SILLIMAN (1779-1861), otro graduado del Yale College en 1796 y profesor de las cátedras de Química e Historia Natural en esa universidad desde 1804. Silliman fundó el *American Journal of Science* en 1818 y publicó las nuevas especies minerales tungstita (1822), zaratita (1847) y priceíta (1873), esta última editada tras su muerte. El mineral sillimanita, un polimorfo del silicato de aluminio, le fue dedicado por Bowen en 1824. Conviene advertir que GEORGE T. BOWEN (1803-1825), químico y mineralogista, descubrió la sillimanita e hizo los primeros análisis químicos de minerales en los Estados Unidos, pero su muy corta vida antecedió por varias décadas al canadiense Norman L. Bowen (1887-1956), el más conocido petrólogo del Geophysical Laboratory en Washington. El joven Dana fue ayudante de Química entre 1836 y 1837 en la cátedra de Silliman en Yale y se casó con su hija Henrietta Frances Silliman en 1844. Se aprecia que sus intereses no se circunscribieron a la mineralogía al participar como geólogo y naturalista en la expedición norteamericana de exploración en el Pacífico austral, entre los años 1838 a 1842, tras lo cual publicó tres grandes atlas muy bien ilustrados: *Zoophytes* (1846), *Geology* (1849) y *Crustacea* (1852-1855). En 1873 acuñó el vocablo geosinclinal con un concepto muy próximo al usado después en América y Francia. Como profesor ocupó las cátedras de Natural History y Geology en el Yale College entre los años 1850 a 1892. Su producción editada reúne 214 títulos entre libros y artículos científicos. Sus dos obras más populares fueron *System of Mineralogy* (1837) y *Manual of Geology* (1862). Recibió distinciones como la medalla Wollaston de la Geological Society of London en 1874 y la medalla Copley por la Royal Society en 1877. Describió y publicó las nuevas especies minerales rammelsbergita (1845), cervantita, conellita, köttigita, muscovita, siegenita (1850), senarmontita (1851), arsenolita (1854), andradita, annita, argentopirita, bindheimita, bismita, bobierrita, bunsenita, claudetita, gearksutita, howlita, kalinita, kerstenita, mendozita, molisita, piroestilpina, sartorita, schwartzembergita, tengerita-Y, teschmacherita y thomsenolita (1868). En 1866 el nuevo mineral danalita, miembro ferroso de la serie cúbica de la helvina, fue publicado en su homenaje por Josiah P. Cooke (1827-1894), profesor de Química en Harvard. El geólogo canadiense JOHN WILLIAM DAWSON (1820-1899) completó sus estudios en Edinburgh bajo la guía del mineralogista Robert Jameson en 1842. Fue profesor de geología y mineralogía desde 1855 a 1893 en la Universidad McGill de Montreal. Trabajó para el Geological Survey of Canada (1871-1873) en exploración minera y paleontológica y fue el primer presidente de la Royal Society de Canada. El mineral dawsonita, un carbonato rómbico de sodio y aluminio procedente de la caliza Trenton, Quebec, Canadá, fue nominado en su honor por Harrington en el año 1874.

El mineralogista norteamericano GEORGE JARVIS BRUSH (1831-1912) egresó del Yale College en 1852 y completó sus estudios en Alemania bajo la guía de von Kobell en Munich y de Breithaupt en Freiberg. En 1863 Brush G.V. y S.L. Penfield publicaron la primera versión del *Manual of Mineralogy* cuya última edición apareció en 1926. Brush ocupó la cátedra de mineralogía en Yale como profesor a partir de 1864 y publicó en 1875 el *Manual of Determining Mineralogy*. Fue director de la Sheffield Scientific School entre los años 1872 a 1898 y conservador de su colección de minerales con más de 15.000 ejemplares. Descubrió y publicó los nuevos minerales sussexita (1868), durangita (1869) y ralstonita (1871). En colaboración con Dana junior describió las nuevas especies dickinsonita, litiofilita, reddingita, triploidita (1878), fairfieldita, fillowita (1879), eosforita, eucryptita (1880) y natrofilita (1890). El mineral brushita, fosfato hidratado de calcio monoclinico procedente de las guaneras del mar Caribe, se lo dedicó Shepard en 1856. SAMUEL LEWIS PENFIELD (1856-1906), profesor de mineralogía en la Yale University, sucedió a Brush y fue miembro electo de la National Academy of Sciences

(1900). Graduado con honores en Yale (1877), entre los años 1880 y 1881 realizó dos pasantías en Alemania para estudiar química con Fittig y Rammelsberg, cristalografía con Groth y óptica mineral con Rosenbusch. Fue profesor asistente de mineralogía en Yale en 1888 y alcanzó la titularidad en 1893. Reeditó con Brush en 1900 el libro ampliado y transformado en *Manual of Determining Mineralogy with an Introduction on Blowpipe Analysis*. Acreditó las nuevas especies gerhardita (con Wells 1885), nesquehonita y spangolita (1890), canfieldita (1894), bixbyita (con Foote 1897), glaucocroíta, hancockita y nasonita (con Warren 1899), graftonita (1900) y tychita (con Jamieson 1905), si bien hoy registra otras tantas propuestas publicadas y desacreditadas. Penfield publicó casi todos sus trabajos en el *American Journal of Science* y su tarea fue ampliamente reconocida: Fellow of the American Academy of Arts and Sciences (1893) y Foreign Correspondent of the Geological Society of London (1896). En 1902 fue Fellow of the American Association for the Advancement of Science, miembro correspondiente de la Academia de Ciencias de Göttingen y miembro de la Sociedad Científica de Kristiania (Oslo). En 1903 miembro de la Sociedad Geológica de Suecia y miembro externo de la Mineralogical Society of Great Britain. Recibió el doctorado honorario en leyes por la University of Wisconsin (1904). Se lo recuerda con el premio Samuel Lewis Penfield que Yale otorga en mineralogía y con el mineral penfieldita, el cloruro básico de plomo hexagonal que le dedicó Genth en el año 1892.



James Dwight Dana (1813–1895)

Sillimanita Al_2SiO_5 – Pnma

Edward S. Dana (1849–1935)

Hijo y nieto de los mineralogistas de Yale, EDWARD SALISBURY DANA (1849–1935) o Dana junior como se le conoció hasta la muerte de su padre, fue otro distinguido mineralogista que estudió con el profesor Brush en Yale donde se graduó en el año 1870. Realizó una pasantía académica en mineralogía por Europa, de dos años, visitando las universidades de Heidelberg en Alemania, Viena y Praga en el Imperio Austro-húngaro, donde se formó con los profesores Schrauf y Tschermak. Sus relaciones austríacas de amistad duraron por décadas y fue miembro de la Academia de Ciencias del Imperio Austro-húngaro. Sucedió a su padre como editor del *American Journal of Science*, la revista científica más antigua de los Estados Unidos, a partir de 1875 y hasta 1926. Alcanzó su doctorado en 1876 con el tema *The Trap Rocks of the Connecticut Valley*, pero la mayor parte de sus investigaciones fueron mineralógicas sobre al menos 55 especies minerales, de las cuales 12 son los nuevos minerales dickinsonita, litiofilita, redinginta, triploidita (1878), fairfieldita, fillowita (1879), eosforita, eucryptita (1880), berilonita (1888), natrofilita (1890), manganocolumbita y nitrocalita (1892), descriptos en parte con Brush. Publicó en 1887 el *Textbook of Mineralogy* y tuvo la responsabilidad de actualizar e imprimir la obra iniciada por su padre, el *System of Mineralogy*, a cargo de su sexta edición del año 1892. Perteneció a muchas instituciones como miembro activo u honorario de la American

Academy of Arts and Sciences (Boston), la American Philosophical Society (Philadelphia), la Geological Society of America y la Physical Society of America. Como miembro extranjero de la Geological Society, London (1894 y miembro correspondiente desde 1888); también de la Edinburgh Geological Society, de la Mineralogical Society of Great Britain, de la Philosophical Society (Cambridge) y de la Academia de Ciencias del Imperio Austrohúngaro. En 1925 fue electo presidente honorario vitalicio de la Mineralogical Society of America. Hacia 1934 el American Museum of Natural History y el Mineralogical Club de la ciudad de Nueva York lo nombraron miembro honorario vitalicio.

La mineralogía en Latinoamérica

La influencia de las raíces europeas en el desarrollo de la mineralogía en los otros continentes es inocultable y a veces dominante. Las huellas de aquel faro fundador de escuelas a través de los siglos que fuera la Academia de Minas de Freiberg, en Sajonia, ilumina con su resplandor el escenario moderno. Sus graduados se han esparcido por el mundo portando sus conocimientos y los estudiosos de comarcas lejanas han peregrinado a las escuelas de Europa para su formación académica. En los siglos XIX y XX, las pasantías en sus universidades con los afamados profesores de reconocido prestigio, todavía fue la meca obligada de los jóvenes universitarios desde América hasta el Japón. Al margen de la etapa de los viajeros científicos, hombres de la talla de Alcides d'Orbigny, Alexander von Humboldt y Charles Darwin, es la radicación definitiva de científicos inmigrantes en las nuevas tierras el factor de mayor trascendencia. Si bien América del Norte recibió esa inmigración calificada en la figura de un Waldemar Lindgren, es en Latinoamérica donde el aporte de los científicos procedentes de Europa tuvo una gravitación esencial, con apellidos como Del Río en México, Domeyko en Chile, Stelzner en la Argentina y Ahlfeld en Bolivia, que son sinónimos fundacionales de la mineralogía en estos países. Como no podía ser de otra manera, las primeras instituciones académicas y de enseñanza universitaria en América fueron erigidas por España pocos años después de su descubrimiento por Cristóbal Colón (1451-1506) el 12 de octubre de 1492. De este modo, la enseñanza superior americana se inicia en el siglo XVI y abarcó cinco centurias a partir de la creación de la Universidad Pontificia de Santo Domingo o Universidad Santo Tomás de Aquino (1538) en esa isla caribeña por bula del Papa Paulo III; y luego con la fundación en el mismo año 1551, de la Academia de San Marcos de la Ciudad de los Reyes en el Perú o Universidad Mayor de San Marcos de Lima (12 de Mayo de 1551) y la Real y Pontificia Universidad de México (21 de septiembre de 1551), ambas en territorio continental americano. Alineadas desde su origen en la Contrarreforma, estas instituciones universitarias se organizaron con el modelo y los estatutos de la Universidad de Salamanca en España, fundada en el siglo XIII bajo el reinado de Alfonso X y mediante bula del Papa Alejandro IV del año 1225, una de las más antiguas de Europa. Estas universidades han proporcionado una formación escolástica circunscripta a la educación de las elites gobernantes con énfasis en teología católica y derecho. El idioma de estudio fue el latín y el programa, de herencia medieval, dividió los contenidos en trivium (gramática, retórica y lógica) y en quadrivium (aritmética, geometría, música y astronomía), esta última centrada en una visión geocéntrica de los cielos y el apoyo dinámico de aquellos epiciclos del griego Claudio Ptolomeo (85?-165). Sin embargo, la acción más trascendente en esta centuria aconteció en Wittenberg, Alemania, cuando Martín Lutero clavó sus 95 tesis protestantes en las puertas de su iglesia en 1517. Las tensiones originadas durante el Renacimiento y la Ilustración por las cosmovisiones antagónicas entre la Reforma y la Contrarreforma escalonaron las guerras religiosas europeas durante los siglos XVI al XVIII. Sólo las necesidades prácticas de la producción primaria de metales y del comercio en una potencia naval como España obligaron a diversificar el espectro de la enseñanza en las ciencias. En el siglo XVIII y con mucha dificultad: minería, náutica,

botánica, mineralogía, economía, dibujo, geometría, matemáticas, física y química, penetraron los claustros escolásticos españoles en América frente al recelo de sus posibles vínculos con la Reforma y el liberalismo. Hacia la mitad del siglo XVIII la producción minera mexicana de metales nobles, en especial plata, había casi colapsado por el enorme atraso tecnológico de los medios empleados. Evolución de poca fortuna para España desde la muerte de Carlos I de Castilla y V de Alemania (1517-1556) tuvo aquel siglo XVI. Su sucesión a favor del linaje real francés, antagónico al interés español, luego aquel oligofrénico Carlos II, “el Hechizado” (1665-1700) y la decisión real de afrontar la carga mayor de la Contrarreforma crearon un cuadro de parálisis progresiva. La intransigencia religiosa y la inadaptación al mundo capitalista emergente fueron los ejes de la decadencia española en el siglo XVII. A partir de un decreto del rey Carlos III y con el objeto de reformar esta situación minera, en el año 1786 se fundó el Real Seminario de Minería en México, la escuela de ingenieros más antigua del continente americano y se designó como director a Fausto de Elhuyar y de Zubice (1755-1833), afamado químico español descubridor del elemento wolframio. Elhuyar arribó a Nueva España por el puerto de Veracruz con once técnicos metalurgistas alemanes en agosto de 1788 y en el año 1792 se inició la actividad académica del Real Seminario. Así se radicaron en América Friedrich Sonneschmidt y Ludwig Friedrich Lindner (1763?-1805), este último fue el primer profesor de química y metalurgia de México. En Europa, la presión de la Francia revolucionaria guillotínó al rey Luis XVI el 21 de enero de 1793, instauró el Terror contra las estructuras monárquicas y declaró la guerra a la Inglaterra hannoveriana y a la España de los Borbones. Recién en 1788 se abrió en México una cátedra de Botánica y a partir de 1795 una cátedra de Mineralogía dictada por el profesor español Andrés Manuel del Río para el Real Seminario de Minería de la Real y Pontificia Universidad de México. Estas cátedras representaron el primer dictado formal de las ciencias naturales en la América hispana.



Andrés del Río (1764-1849)



Ignacio Domeyko (1802-1889)



Alfred Stelzner (1840-1895)

ANDRÉS MANUEL DEL RÍO FERNÁNDEZ (1764-1849) nació en Madrid hijo de José del Río y María Antonia Fernández, durante el reinado de Carlos III (1759-1788) e ingresó al Colegio de San Isidro de la Corte para estudiar latín (1773). En la Universidad de Alcalá de Henares, entre los años 1775 y 1780, cursó matemática, literatura, griego y filosofía y se graduó de Bachiller. Al año siguiente estudió física con el profesor José Solano (1781). Por orden real, en mérito a su gran talento natural, dedicación e inteligencia, fue pensionado para estudiar en la Real Academia de Minas de Almadén (1782). El rey Carlos III intentó revertir el cuadro de atraso y decadencia al promover las ciencias y las artes, contratando científicos e intelectuales para adecuar España a la realidad de los estados modernos europeos que ya anunciaban la llegada de la Revolución Industrial, y enviando a sus jóvenes promisorios a estudiar fuera de

España. En la Sierra Morena, una de las regiones mineras españolas más importantes y locación de los afamados yacimientos de mercurio de Almadén, esenciales para el beneficio de los metales nobles en América, fundó en 1756 la Real Academia de Minas con el concurso de técnicos alemanes -Hoppensack, Koehler, Storr- oriundos de la Bergakademie Freiberg y la dirección de Heinrich Christopher Storr. El cinabrio de Almadén, conocido y explotado por los romanos, ya fue descrito en la obra de Plinio. En 1555, Bartolomé Medina patentó el “método del Patio” que consistió en obtener plata mediante una amalgamación con mercurio. El hallazgo aumentó la demanda y los precios del metal, convirtiéndolo en un insumo básico para beneficiar las minas de plata en México y el Alto Perú durante los próximos siglos y apuró la explotación del mayor depósito de mercurio americano descubierto en mina Santa Bárbara, Huancavelica, al sur del Perú. Del Río sobresalió y fue becado al exterior a continuar estudios en París, Francia; en Freiberg, Alemania y en Schemnitz, Hungría; por el ministro de minas de España Diego Gardoqui. En París estudió anatomía, fisiología, historia natural y cerámica, esto último junto al especialista en la fabricación de porcelanas, el químico Jean D’arcet (1724-1801) en el Collège de France, entre 1783 y 1787. En Freiberg fue compañero de Dolomieu, de Saussure y von Humboldt, entre otros, estudiando orictognosia con Werner. En la Academia de Minas de Schemnitz, hoy Banská Štiavnica en República Eslovaca, conoció los métodos de beneficio de minerales “por toneles” y “del hierro”, introducido luego por Gellert en Sajonia para separar la plata del azufre. Aquí estudió química analítica, metalurgia y topografía minera subterránea con el químico minero y metalurgista austro-húngaro Anton von Rupprecht (1750-1808). Entre los años 1791 a 1793 alternó residencias en Francia, Escocia e Inglaterra donde visitó a Haüy y Lavoisier antes que la Revolución Francesa clausurara la Academia de Ciencias de París y encarcelara a sus dos brillantes anfitriones con tan asimétrico final. En la isla se interesó por la metalurgia inglesa, su industria metal-mecánica y el beneficio a gran escala del hierro, todos aspectos pioneros en Europa. Nombrado en 1793 catedrático de mineralogía y geognosia para el Real Seminario de Minería de Nueva España, arribó al puerto de Veracruz en octubre de 1794 para comenzar el primer curso lectivo de mineralogía en tierras americanas dictado en México durante el año 1795. La primera clase de mineralogía en América se dictó el 27 de Abril de 1795 a diez alumnos que fueron: Francisco Álvarez, Casimiro Chovell, Manuel Cotero, Manuel Cueto, Vicente Herrera, José Mantilla, Félix Rodríguez, Manuel Ruiz de Tejada, Vicente Valencia y José Joaquín de Zárate, en un local provisorio de la calle del Hospicio de San Nicolás alquilado por el Real Seminario de Minería en la ciudad de México. En este año publicó la primera parte de su obra en dos tomos *Elementos de Orictognosia I Las tierras, piedras y sales* (1795); la segunda parte se editó diez años después *Elementos de Orictognosia II Combustibles, metales y rocas* (1805). Tradujo al español la tercera edición alemana (1800) de las *Tablas mineralógicas de Karsten* en el año 1804, lo cual fue de gran utilidad para el Real Seminario. Durante la Revolución de la Independencia de México tomó partido por la causa americana. Muchos de sus mejores discípulos criollos mueren en combate y del Río viaja de prospección a Guatemala para ubicar nuevos yacimientos de mercurio y hierro, esenciales para la economía del México independiente, insumos que antes llegaban de España. En el año 1829 se abortó una conspiración realista y muchos españoles son expulsados. A la sazón Fausto de Elhuyar renunció al Seminario y regresó a España. Del Río, pese a estar exceptuado de esta medida, se exilió voluntariamente en Estados Unidos donde permaneció seis años en los cuales participó de la vida académica en Washington, Filadelfia y Boston, y fue electo presidente de la flamante Geological Society of Pennsylvania. Regresó a su México adoptivo en el año 1835 para retomar la cátedra de Mineralogía y Geología del Colegio Nacional de Minería, la nueva institución republicana que reemplazó al Real seminario. Del Río descubrió el vanadio en 1801 analizando las menas de “plomo pardo” de la mina Purísima del Cardonal, cerca de Zimapán, Hidalgo, con sus ayudantes Cotero y Ruiz de Tejada. El portador era una asociación de vanadinita y posible descloizita que el llamó eritronita y eritronio al nuevo elemento químico, hallazgo

publicado en los *Annales de Chimie* (1803). Hubo desinteligencias entre sus colegas Humboldt, Bonpland y Collet-Descotils con las comprobaciones analíticas en Francia y el análisis del químico sueco Nils Gabriel Sefström (1787-1845) sobre menas de hierro de Svalbard, Suecia (1830), donde halló el mismo elemento al que nominó vanadio. Sefström publicó su hallazgo con el químico alemán Friedrich Wöhler (1800-1882) en los *Annalen der Physik und Chemie* (1831) y la Comisión de Nomenclatura de la Unión Internacional de Química lo convalidó. El tema es controversial hasta hoy y la *Enciclopedia Británica*, entre otras fuentes, le atribuye la prioridad del descubrimiento del vanadio a del Río. Con los minerales involucrados se debe convenir que las descripciones de Andrés del Río fueron demasiado precarias e IMA reconoce la publicación de von Kobell sobre vanadinita (1838) y de Damour sobre descloizita (1854) en el “plomo pardo” de Zimapán, México. El mineral delrioíta, vanadato monoclinico básico de calcio y estroncio con tres moléculas de agua de cristalización procedente de la mina Jo Dandy, Colorado, USA, fue dedicado a su memoria por Thompson y Sherwood en el año 1959.

Vanadinita $Pb_5[VO_4]_3Cl - P6_3/m$ Domeykita $\alpha-Cu_3As - I43d$ Famatinita $Cu_3SbS_4 - I42m$

IGNACIO DOMEYKO (1802-1889) era oriundo de Nicdwiadka (Miadzvedka), localidad polaca territorio de Bielorrusia en esa época, hoy República de Belarús. Se formó en Ciencias Físicas y Matemáticas en la Universidad de Vilnius (1818-1822), que en aquellos tiempos era el centro académico más grande de Europa oriental. En la Lituania de 1830, Vilnius albergaba 1132 estudiantes cuando Oxford y Cambridge apenas tenían 450. Por la precaria situación de las guerras sucesivas, Domeyko emigró a Alemania, primero a Dresden (1831) y luego a Freiberg, donde prosiguió estudios de físico-matemáticas y tuvo su primer contacto con la minería en su Bergakademie. Entre los años 1834 a 1837 cursó ingeniería de minas en la École des Mines de Paris. Graduado a fines de 1837, el industrial chileno Carlos Lambert lo contrató para trabajar en sus establecimientos ubicados en la provincia de Copiapó, actual Tercera Región de Chile con epicentro en Coquimbo. El gobierno le ofreció el cargo de profesor de Química y Mineralogía en el Colegio de Coquimbo para impulsar la formación de recursos humanos en apoyo a la minería. En 1838, antes de la creación de la Escuela de Artes y Oficios en Santiago, dictó los primeros cursos formales de ciencias básicas en Chile con su profesorado en Química y Mineralogía. Entre los años 1840 y 1846 Domeyko exploró la geología minera chilena desde Atacama hasta la Araucanía, al sur del río Bio-Bio, examinando las minas en Ovalle, Petorca, San Pedro Nolasco y la cordillera del Cachapoal. En 1847 el gobierno lo contrata para dictar Química, Mineralogía y Física en el Instituto Nacional de Santiago. A partir de 1852 se incorporó a la Universidad de Chile, proponiendo reformas profundas en la enseñanza técnica. Fue rector de la universidad entre los años 1867 a 1883, refundando la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas como centro formador de ingenieros. Al margen de

sus 300 artículos científicos sobre mineralogía, Domeyko publicó su obra mayor *Elementos de Mineralogía* en la Imprenta del Colegio de La Serena (1854), la cual tuvo diferentes reediciones: *Elementos de mineralogía, o del conocimiento de las especies minerales en jeneral i en particular de las de Chile*, en 1860, y *Mineralogía* en 1879, para citar sólo aquellas versiones mejoradas por el autor en vida. El libro incluyó minerales hallados en los países vecinos, Perú, Bolivia y en las provincias occidentales de la Argentina. Describió y publicó las nuevas especies minerales aceptadas: mottramita (1848); tocornalita (1867); daubreeíta (1876); kröhnkita (1879) y tamarugita (1883). En su homenaje se denominaron calles y plazas en casi todas las ciudades de Chile y la Cordillera Domeyko en la Segunda Región. La Universidad de La Serena posee el Campus Ignacio Domeyko y el Museo Mineralógico Ignacio Domeyko. Domeykita, arseniuro de cobre cúbico coleccionado por Domeyko en la mina Algodones de Coquimbo, fue luego enviado a Viena. Allí este mineral fue estudiado y su nominación dedicada por Haidinger en el año 1845.

El afamado geólogo minero alemán ALFRED WILHELM STELZNER (1840-1895) se formó en la Bergakademie Freiberg entre los años 1859 a 1864 bajo la guía de Carl Bernhard von Cotta y otros eximios profesores de la talla de Breithaupt y Weisbach. Al año siguiente trabajó de voluntario en el Servicio Geológico Imperial de Viena (Königliche Geologische Reichsanstalt) y luego fue inspector de la Bergakademie Freiberg (1866-1870). En el año 1871 recibió una oferta de contrato del gobierno argentino para trabajar desde la recién creada Academia Nacional de Ciencias (1869) en Córdoba. Stelzner se desempeñó poco más de tres años en la Argentina de investigador científico en geología y minería, y de profesor de mineralogía y geología en la Universidad de Córdoba (abril de 1871 a junio de 1874). Su labor fue el primer intento organizado por sentar las bases del conocimiento geológico del país, tarea que realizó de modo ejemplar al punto que 50 años más tarde Franco Pastore (1885-1958), profesor de petrología en la Universidad de Buenos Aires, escribió: *... en la muy importante y meritoria obra de Stelzner están los cimientos sólidos y bien delineados de la geología argentina; lo que quedó para sus continuadores es más bien la tarea constructiva con sus colecciones fundó el museo mineralógico de la Universidad de Córdoba y describió numerosas especies minerales de interés científico.* La muerte y la sucesión de Carl Bernhard von Cotta en Freiberg acotaron la estancia de Stelzner en Argentina, pues fue convocado para reemplazarlo. A su regreso a Alemania ocupó la cátedra de Geologie und Lagerstättenlehre de la Bergakademie Freiberg desde octubre de 1874 hasta su deceso. La mineralogía sistemática le reconoce autoría en las nuevas especies minerales famatinita, el extremo antimonial de la serie tetragonal isomorfa con luzonita, su extremo arsenical, un topónimo por la sierra del Famatina, La Rioja, Argentina (1873) y franckeíta, el extremo antimonial de una serie en sulfosales de plomo, estaño, antimonio y hierro, con coiraíta su extremo arsenical, donde el nombre recuerda a los ingenieros de minas Carl y Ernest Francke, activos en la minería boliviana del siglo XIX (1893). Es muy lamentable que stelznerita sea hoy sólo el sinónimo obsoleto de anterita, el sulfato básico de cobre rómbico, tan frecuente en los sombreros de oxidación de los yacimientos de cobre. El muy destacado geólogo alemán WILHELM BODENBENDER (1857-1941) se formó en Marburg, en Göttingen y en la Bergakademie de Clausthal. Trabajó en la docencia auxiliar y se doctoró en la universität Göttingen (1884) con un tema de estratigrafía terciaria alemana, antes de establecerse en la Argentina (1885) contratado por el gobierno para la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba. Reemplazó a LUDWIG BRACKEBUSCH (1849-1906), el titular anterior, recordado con la denominada brackebuschita, un vanadato monoclinico de plomo y manganeso, mineral hallado en la mina Venus, El Guaico, Córdoba, y publicado por Adolfo Doering (1848-1925) en el año 1880. Brackebusch regresó a Alemania en 1891 y Bodenbender asumió también su cátedra en la Universidad de Córdoba y la cátedra del paleontólogo Florentino Ameghino (1854-1911) que se trasladó a Buenos Aires. Si bien el eje central de su obra fue la geología en sus más de 60 trabajos publicados, elaboró dieciocho contribuciones sobre la mineralogía de

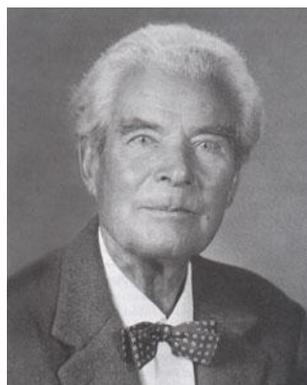
los yacimientos minerales argentinos a partir de su gran dedicación y excelente formación profesional. Su mayor contribución mineralógica fue reemplazar con éxito las ediciones pioneras de Juan Remorino “*Rudimentos de Mineralogía*” (UBA, 1869) y de Luis Brackebusch “*Las especies minerales de la República Argentina*” (Anales de la Sociedad Científica Argentina, 1879), mediante el libro “*Los minerales, su descripción y análisis, con especialidad de los existentes en la República Argentina*”, editado en Córdoba en el año 1899 y que fue considerado el primer texto argentino bien adaptado a la enseñanza de los minerales y a su identificación mediante técnicas de química analítica aplicada. Muestra un total de 153 especies minerales reconocidas a la fecha en la Argentina, ordenando el conjunto de minerales en la clasificación de Naumann-Zirkel, un criterio de mineralogía sistemática muy moderno para la época. Bodenbender fue director del Museo Mineralógico-Geológico de la Universidad de Córdoba entre los años 1888 a 1918, tras las direcciones del fundador Stelzner y de su primer sucesor Brackebusch, incrementando en gran número el patrimonio de sus colecciones. Decidió radicarse definitivamente en la Argentina y falleció en Córdoba en el año 1941. Es penoso observar hoy que bodenbenderita, pretendida nueva especie del grupo del granate y nominada en su homenaje, fue desacreditada por ser una mezcla de fluorita y spessartina.



Wilhelm Bodenbender (1857-1941)



Robert Beder (1888-1930)



Friedrich Ahlfeld (1892-1982)

El geólogo alemán JOHANN BRÜGGEN MESSTORFF (1887–1953), nacido en Lübeck y graduado con honores en el *Gymnasium Katharineum* de su ciudad natal, estudió geología en las universidades de Jena, Zürich, Viena y Bonn. Justamente defendió su tesis de doctorado en la *Universität Bonn* (1910). Al año siguiente fue contratado por el gobierno de Chile para trabajar de geólogo investigador para el Ministerio de Industrias y Obras Públicas (1911-1917). En este último año ingresó a la Universidad de Chile en Santiago para realizar una meritoria carrera académica y científica, creando el Instituto de Geología de la Universidad de Chile. Se radicó definitivamente en el país y ocupó el cargo de profesor de geología en la Academia de Topografía y Geodesia del Instituto Geográfico Militar de Chile (1929-1934). Académico de número en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, sus investigaciones en el terreno lo llevaron por toda la geografía chilena (1934-1942) y sus resultados los publicó mediante 71 trabajos de geología y minería en donde sobresalen sus libros *Grundzüge der Geologie und Lagerstättenkunde Chiles* (1934) y *Fundamentos de Geología de Chile* (1950), el primer manual de geología chilena. Para la enseñanza de la mineralogía editó *Tablas para la Determinación de Minerales* (1944), un práctico aporte en español que recorrió las aulas en muchos países de Latinoamérica. En su homenaje el Colegio de Geólogos de Chile otorga el Premio Nacional de Geología, Medalla al Mérito Juan Brügggen a sus profesionales destacados y la toponimia antártica registra el Campo de Glaciares Doctor Juan Brügggen. Una sala del

Museo Geológico Humberto Fuenzalida Villegas de la Universidad Católica del Norte también lleva el nombre de Profesor Juan Brügger. El mineral brüggerita, yodato de calcio hidratado monoclinico procedente de las calicheras de la Pampa Pique III, Oficina Lautaro, Taltal, Antofagasta, norte de Chile, fue nominado a su memoria por Mrose *et al.* en el año 1971.

El cristalógrafo suizo ROBERT BEDER (1888–1930) estudió en el Polytechnikum Zürich de su ciudad natal y se doctoró en la Universität Zürich (1909). Luego fue asistente y docente auxiliar en el Mineralogisches Institut der Universität Heidelberg donde defendió su habilitación con un trabajo sobre las lavas del Verrucano en Suiza. Contratado por el gobierno argentino fue geólogo de la Dirección de Minas, Geología e Hidrología de la provincia de Buenos Aires y luego en la Dirección Nacional homóloga dependiente del Ministerio de Agricultura de la Nación. Ayudante de Viktor Mordechai Goldschmidt en Heidelberg, se le recuerda por los primeros trabajos de goniometría y cristalografía morfológica realizados en el país con la más alta calidad, por ejemplo sobre wolframita en *Las vetas con magnetita (martita) y las de wolframita de la pendiente occidental del Cerro del Morro (prov. de San Luis)* (1913); o sobre diópsido en *Contribución a la cristalografía del diópsido en las cales cristalinas de las sierras de Córdoba* (1917); o sobre topacio en *Contribución a la mineralogía argentina: I Apuntes cristalográficos del topacio de San Salvador, Catamarca* (1918); II *Estudios ópticos sobre casiterita de San Salvador, Catamarca* (1919). También se menciona *Estudios geológicos de la sierra de Córdoba, especialmente de las calizas cristalino-granulosas y sus fenómenos de metamorfismo* (1922) y *Los yacimientos de plomo en el dpto. de Yavi, provincia de Jujuy* (1928). Si bien fue miembro de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba y ocupó la cátedra de Mineralogía en la Universidad de Córdoba, también ejerció la docencia terciaria en mineralogía para el Instituto de Profesores Secundarios y publicó el manual *Nociones de Mineralogía para la Enseñanza primaria y secundaria* (1930). Falleció a la temprana edad de 42 años como resultado de una mala praxis odontológica, seguida de una traqueotomía aún más desafortunada. El mineral bederita, un fosfato rómbico hidratado de manganeso, hierro y calcio, procedente de la pegmatita El Peñón, en los Nevados de Palermo, Salta, Argentina, fue dedicado a su memoria por Galliski *et al.* en el año 1999.

El mineralogista e ingeniero de minas alemán FRIEDRICH AHLFELD VOLLMER (1892–1982) fue también un geólogo regional y geólogo economista de fuste. Especializado en yacimientos minerales y metalogenia, acrecentó el conocimiento de los Andes Centrales sudamericanos y su recuerdo lleva con justicia el título de *padre de la geología de Bolivia*. Asistió a su primera escolaridad en la ciudad natal de Marburg para luego cursar la carrera de ingeniero de minas en la Bergakademie Clausthal (1910–1914). Tras un paréntesis que sirvió en el ejército del Obergeneral Erich Ludendorff y perdió dos falanges del dedo índice de la mano derecha como observador aéreo de artillería en la Primera Guerra Mundial, concluyó su doctorado en Clausthal con los minerales en los distritos mineros alemanes de Hesse-Nassau (1921). Luego trabajó tres años de consultor minero en Austria, Italia, Yugoslavia y Rumania. En 1924 viajó a Sudamérica contratado por Mauricio Hochschild & Cía para sus oficinas en La Paz y su primer estudio fue la antigua mina de plata de Carangas en la Cordillera Occidental de Bolivia. Visitó Perú para estudiar los depósitos de antimonita en Ancora, Puno (1926). Participó de la expedición a la Cordillera Real de Bolivia dirigida por el conocido geógrafo Carl Troll (1899–1975) durante los años 1927 y 1928. Viajó por la geología africana visitando Zimbabwe, Congo y Tanzania para asistir al International Geological Congress en Pretoria (1929). Regresó a Alemania para estudiar mineralogía en la Universität Marburg (1930–1932) y defender su habilitación docente en las cátedras de mineralogía y yacimientos minerales (1932–1934). En el lapso trabajó de consultor minero visitando depósitos minerales en Perú, Bolivia, Rusia, Turkestan y Kazajistán. Entre 1935 y 1936 aceptó un contrato del gobierno boliviano como Jefe de Geología en La Paz y en 1937 fue consultor del gobierno de China para dirigir la

exploración de los yacimientos de estaño en la provincia de Hunan. De 1938 a 1946 Ahlfeld regresó contratado como Jefe de Geología en el departamento homónimo de la Dirección General de Minas y Petróleo de Bolivia, lapso en que descubrió los importantes yacimientos ferríferos del Mutún, del oriente boliviano, Chiquitania. Durante los años 1946 a 1948 fue contratado como investigador jefe del Departamento de Metalurgia en el nuevo Instituto de Geología y Minería que la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, fundó en Jujuy. Allí publicó un libro valioso en colaboración con Victorio Angelelli *Las especies minerales de la República Argentina* (1948) el cual ya documenta a la fecha la identificación y la descripción de 251 especies minerales en el territorio argentino, 98 minerales más que los citados por Bodenbender en 1899. Se radicó definitivamente en Bolivia a partir de 1949 y volvió a trabajar para Hochschild en sus yacimientos de estaño de la Empresa Minera Unificada del Cerro de Potosí (1949-1950). Trabajó para el rey del estaño Simón Iturri Patiño (1860-1947) (Patiño Mines & Enterprises) durante los años 1951 y 1952 y en el País Vasco para la firma Jose Lippeheide en los años 1953 y 1954. En esta época publicó algunas de sus obras más importantes dentro de una larga lista de 186 trabajos, donde fue primer autor en la mayoría de ellos y único autor en 24 publicaciones: *Die Metallprovinz des Altiplano (Bolivien)* (1953) y *Die Wolframlagerstätten Spaniens* (1954). La producción incluye seis importantes trabajos publicados en *Economic Geology* (1930 a 1948) y uno en *Mineralium Deposita* (1967) sobre la metalogía boliviana y sus yacimientos de estaño y wolframio. Los libros *Los yacimientos minerales de Bolivia* (1954) y *Las especies minerales de Bolivia* (1955), en colaboración con Jorge Muñoz Reyes (1904-1984), son magníficos y este último describe 238 minerales existentes en Bolivia, a los que debemos sumar otras 46 especies descubiertas hasta hoy. Ahlfeld fue miembro de la Society of Economic Geologists, USA, en 1930 y fue su Vice-Presidente Regional para Sudamérica en 1941 y en 1953. Fue miembro de la Society of American Mineralogists; del Mineralogische Gesellschaft de Berlín; y de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. Recibió los premios de la Cruz del Servicio de Alemania; el Cóndor de los Andes, la más alta condecoración civil de Bolivia (1960) y la Medalla al Mérito Minero del Ministerio de Minas y Metalurgia de Bolivia (1976). La plaza de entrada al SERGEOMIN o Servicio Geológico Minero de Bolivia se llama Plaza Ahlfeld en su homenaje y tiene un busto de su persona. También están las Cataratas Federico Ahlfeld, sobre el río Pauserna, en el escudo de Huanchaca del oriente de Bolivia y es también eterno ciudadano honorario de la provincia de Ayopaya. Ahlfeld organizó grandes y bellas colecciones de minerales. Hacia 1932 la Harvard University y el U.S. National Museum del Smithsonian Institution, en los Estados Unidos, compraron una de estas colecciones a instancia de sus conservadores responsables, Charles Palache de Harvard y William Frederick Foshag (1894-1956) del USNM, quienes eligieron casi un millar de especímenes. Hermosas colecciones de su autoría fueron donadas en La Paz al Museo Arqueológico Tiahuanaco y a la Dirección de Minas y Petróleo de Bolivia, mientras que su vasta biblioteca fue donada por su hijo Manfred, poco antes de su muerte, al Departamento de Geología de la Universidad de San Andrés en 1980. Ahlfeld descubrió y publicó las nuevas especies ramdohrita (1930) y angelellita (1959), en coautoría con Ramdohr. Ahlfeldita, selenito de níquel monoclinico e hidratado, serie de cristal mixto con cobaltomenita, de la mina Pacajake en Colquechaca, Bolivia, le fue dedicado por Ramdohr en el año 1935.

JUAN AUGUSTO OLSACHER (1903-1964) fue el mineralogista cordobés que cursó los tres niveles de enseñanza en su ciudad natal, para recibirse de geólogo y de doctor en Ciencias Naturales por la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (1930). Hijo de un padre austríaco y una madre alemana, tomó una pasantía en la Technische Hochschule de Dresden, Alemania (1926), bajo la guía del profesor Eberhard Rimann (1882-1944) y del entonces auxiliar docente Walter Ehrenreich Tröger (1901-1963), quien luego fuera el destacado petrólogo de la Universidad de Freiburg y autor de *Optische*

Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale; Teil 1: Tabellen; Teil 2: Textband (1967), las muy conocidas tablas de Tröger, de uso cotidiano en petrografía y cuya cuarta edición alemana fue traducida al inglés en el año 1979. Olsacher ocupó el cargo de ayudante del profesor Robert Beder durante cuatro años en la cátedra de Mineralogía, cátedra que honró de profesor titular durante treinta años en la Universidad Nacional de Córdoba (1934-1964). También fue director del Museo de Mineralogía y Geología de la universidad, director del Museo Provincial de Ciencias Naturales de Córdoba, fundador y editor de la revista Comunicaciones del Museo de Mineralogía y Geología en la UNC. En el lapso realizó varias pasantías académicas en universidades europeas, especialmente alemanas y suizas. Fue autor de unos cuarenta trabajos publicados, entre los cuales sobresale su celebrado libro de texto *Introducción a la Cristalografía* (1946). Asimismo se destacan *Los minerales de la provincia de Córdoba* (1938) y *Los yacimientos minerales de la Sierra de Córdoba* (1942). Descubrió y publicó las nuevas especies minerales achavalita (1939) y schmiederita (1962). El mineral olsacherita es un seleniato-sulfato de plomo, que muestra una simetría rómbica y procede de la mina Pacajake, Colquechaca, Bolivia. Fue denominado como un homenaje a su memoria por Hurlbut y Aristarain en el año 1969.



Ahlfeldita $\text{NiSeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – P2₁/n



Juan A. Olsacher (1903-1964)



Olsacherita $\text{Pb}_2[\text{SO}_4|\text{SeO}_4]$ – P22₂

El ingeniero de minas italiano VICTORIO ANGELELLI (1908-1991) nació en Fabriano, Ancona y emigró con su familia a la Argentina en 1910 para radicarse en la ciudad de San Juan. Allí cursó la escuela y el colegio secundario especializado en Minas con un rendimiento ejemplar. Así obtuvo una beca para estudiar ingeniería en la Academia de Minas de Freiberg, Alemania (1928). Se graduó en la Bergakademie Freiberg en el año 1934 y trabajó para la minería argentina desde la Dirección de Minas y Geología de la Nación (1934 a 1944), la Dirección General de Fabricaciones Militares (1945 a 1956) y la Comisión Nacional de Energía Atómica (1952 a 1969). Ingresó a la vida académica en la Universidad Nacional de La Plata, institución donde permaneció el resto de su vida dictando la cátedra de Geología Económica (1963-1983). La universidad lo promovió a profesor emérito (1975) y a doctor *honoris causa* (1987). Entre sus numerosas obras publicadas se destacan los libros *Los yacimientos minerales y rocas de aplicación, su geología y relaciones genéticas* (1941); *Las especies minerales de la República Argentina* (en coautoría con Ahlfeld 1948); *Recursos minerales de la República Argentina* (1950 y 1962); *Las especies minerales de la República Argentina* (en coautoría con Brodtkorb, Gordillo y Gay 1973); *Los yacimientos metalíferos de la República Argentina* (1984) y *Glosario geológico-minero* (1991). Angelelli recibió muchas distinciones por su meritoria tarea y tres premios: Eduardo Holmberg (1941), Francisco P. Moreno (1977) y Konex (1983). Descubrió y publicó las nuevas especies minerales sarmientita (1941), sanmartinita (1948) y sanjuanita (1968), todas en colaboración. Angelellita es el arseniato de hierro triclinico procedente del socavón Yareta del volcán Pululus,

Jujuy, Argentina, mineral que le dedicaron Ramdohr *et al.* en el año 1959.



Victorio Angelelli (1908-1991)



Angelellita $\text{Fe}_4[\text{O}_3](\text{AsO}_4)_2 - \text{P1}$



Kitaro Hayase (1911-1977)

El mineralogista japonés KITARO HAYASE (1911-1977) nació en la ciudad de Hokkaido y alcanzó el doctorado en Ingeniería por la Universidad de Waseda, en Tokio, Japón (1941). Especializado en Geología Económica, tras la Segunda Guerra Mundial fue contratado por la Dirección General de Fabricaciones Militares de la Argentina como consultor minero para sus operaciones de exploración y explotación de minerales en el país. Decidió radicarse definitivamente cuando aceptó la plaza de profesor visitante (1964), en el Departamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur, joven institución creada en el año 1956 con asiento en la ciudad de Bahía Blanca. La labor desarrollada por el profesor Hayase en Bahía Blanca sobresalió al organizar una enseñanza técnica moderna, adquirir un equipamiento instrumental acorde a las necesidades de las Ciencias de la Tierra en la especialidad y en la delicada formación de recursos humanos, al imprimir un estimulante ambiente de trabajo, responsabilidad y competencia. Fue profesor titular interino de petrología y de mineralogía (1965-1967) y luego ocupó la cátedra como profesor titular ordinario hasta su muerte (1967-1977). El ensayo que aconteció con la inserción de una personalidad no europea, en el desarrollo local de la ciencia de los minerales en una universidad nueva, marcó una experiencia tan interesante como exitosa en la Argentina. La actividad científica del profesor Hayase tuvo su foco mayor en la Patagonia, en especial en las comarcas del macizo nordpatagónico, investigaciones que siguen actualmente sus numerosos y calificados discípulos. Con el autor del hallazgo Jorge Anastasio Dristas, hoy profesor titular de la cátedra de Petrología, Universidad Nacional del Sur, y con otros colegas del Japón, Hayase estudió y publicó la nueva especie surita, filosilicato micáceo interstratificado con carbonato de plomo y de simetría monoclinica (1978), mineral de un sombrero de oxidación e identificado con un topónimo por la mina Cruz del Sur (Pb,Zn,Cu), Los Menucos, Río Negro, Argentina.

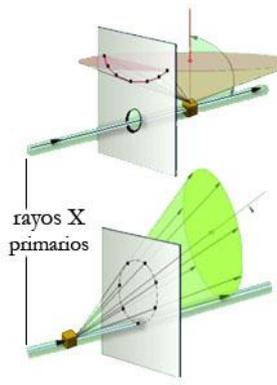
Los rayos X y la cristalografía estructural avanzan en el siglo XX

En el cambio de centurias aconteció también un profundo cambio con los métodos de trabajo y con las herramientas disponibles en cristalografía. Desde los goniómetros de la cristalografía morfológica, las primeras décadas del siglo XX asistieron al empleo masivo de la difracción de los rayos X por los cristales y al auge dominante de la cristalografía estructural y la cristalokuímica. WILHELM CONRAD RÖNTGEN (1845-1923) fue el físico alemán que descubrió los rayos X en el año 1895. Estudió en el Eidgenössische Technische Hochschule de Zürich y luego ingresó formalmente en ingeniería mecánica en el Polytechnikum Zürich, para

asistir a las clases de física de Rudolph Julius Emmanuel Clausius (1822-1888) y trabajar en el laboratorio de August Kundt (1839-1894), ambos destacados físicos con fuerte influencia en su vocación y carrera. Cuando Kundt sustituyó a Clausius en la cátedra de Física, tomó a Röntgen como asistente y juntos reorganizaron el laboratorio de física experimental. Defendió su doctorado en física por la Universidad de Zürich en el año 1869. Ocupó varios cargos en plena continuidad como profesor de física en las universidades de Strasbourg (1874), de Giessen (1877) y de Würzburg (1888), donde trabajó con los afamados colegas Helmholtz y Lorenz, y finalmente en la Universidad de München (1890), donde luego reemplazó al difunto Eugen Cornelius Joseph Lommel (1837-1899), director del Physikalisches Institut der Universität München, el lugar donde Röntgen decidió pasar el resto de su vida. En noviembre del año 1895, cuando ensayó el impacto de rayos catódicos –electrones acelerados entre bornes– sobre un anticátodo de metal, observó tras una placa opaca de cartón la fluorescencia de cristales de platino-cianuro de bario en un plato, fluorescencia emitida en correspondencia con las descargas de electrones rápidos y su abrupto frenado por el anticátodo. Repitió el ensayo para comprobar que una radiación secundaria penetrante, atravesando la materia opaca ordinaria, emerge del anticátodo por el frenado violento de los electrones acelerados. A esta radiación la denominó rayos X, por la letra de la incógnita en matemáticas, frente a la incertidumbre en su naturaleza corpuscular u ondulatoria. Este nombre se conserva hoy junto al de su descubridor. Röntgenografía es la disciplina que estudia la teoría y las aplicaciones de los rayos X o rayos röntgen. El artículo *Über eine neue Art von Strahlen* comunicando el hallazgo salió apenas siete semanas después, en diciembre de 1895. Röntgen recibió el premio Nobel de física del año 1901. Recientemente, la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) honró la memoria de Röntgen con el nombre roentgenium (2004), otorgado al elemento químico 111 del grupo de los transactínidos o núclidos transuránidos artificiales radiactivos.



Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)



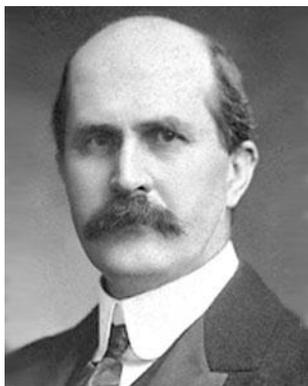
Ensayos de Laue



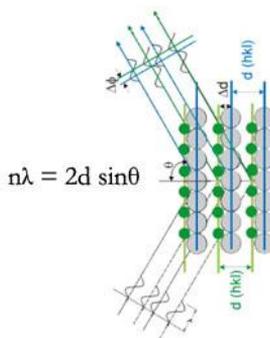
Max von Laue (1879-1960)

Transcurrió más de una década y los enigmáticos rayos X se usaron en las aplicaciones médicas conocidas sin esclarecer su naturaleza. MAX THEODOR FELIX VON LAUE (1879-1960) y sus ayudantes Walter Friedrich y Paul Knipping de la Universidad de Munich, realizaron en el año 1912 el experimento clave de difractar un haz de rayos X a través de un cristal de esfalerita. Esta experiencia convalidó simultáneamente la teoría atómica de Dalton, la existencia de los retículos cristalinos tridimensionales de Bravais, cuyos espaciados coinciden con el orden de magnitud de la longitud de onda de los rayos X, los cuales, a su vez, cobran significado como una parte del espectro electromagnético de radiaciones naturales descrito por Maxwell en 1865. Laue alcanzó su habilitación docente en 1906 con el tema *Über die Entropie von interferierenden Strahlenbündeln* y fue profesor en el Institut für Theoretische Physik

der Universität München a partir de 1909. Ocupó la plaza de profesor de física teórica en la recién fundada Goethe-Universität de Frankfurt del Meno y recibió el premio Nobel de física por la difracción de los rayos X en el año 1914. Al final de la Primera Guerra Mundial optó por trabajar en el Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik (hoy Max Planck Institut) de la Universidad de Berlín (1919), del cual fue director desde el año 1933. Un método de difracción de rayos X en los cristales lleva su nombre. La mineralogía sistemática recuerda a ambos pioneros de los rayos X con las nuevas especies minerales röntgenita-Ce, fluo-carbonato de calcio y tierras raras trigonal hallado en Narsarsuk, Groenlandia y estudiado por Gai Donnay (1953); y laueíta, aquel fosfato hidratado de manganeso y hierro con simetría triclinica, procedente de la pegmatita Oberphalz, Baviera, Alemania, descubierto y nominado por Hugo Strunz (1954).



William Henry Bragg (1862–1942)



Ecuación de Bragg



W. Lawrence Bragg (1890–1971)

En el desarrollo posterior de las técnicas röntgenográficas aplicadas a la cristalografía se destacan WILLIAM HENRY BRAGG (1862–1942) y WILLIAM LAWRENCE BRAGG (1890–1971), dos físicos australianos, padre e hijo, quienes recibieron por sus trabajos el premio Nobel de física del año 1915. Apenas Laue comunicó su experiencia desde Munich, los Bragg desde Cambridge se ocuparon de estudiar de modo integral el tema: Willam Henry se interesó más en la naturaleza de los rayos X y por el diseño de equipos experimentales de difracción; Willam Lawrence prefirió abordar las estructuras cristalinas de la materia sólida y los fundamentos de la cristalografía. En el año 1913 presentaron $n\lambda = 2d \cdot \sin\theta$, la conocida ley de Bragg, ecuación que vincula el ángulo θ formado por el rayo difractado con los planos cristalográficos difractantes, el espaciado d entre esos planos reticulares y la longitud de onda λ de los rayos X utilizados. En el mismo año publicaron la estructura de halita que mostró la inexistencia de moléculas de cloruro de sodio en el cristal, sino una alternancia iónica de Cl^- y Na^+ en un poliedro regular octaédrico. Bragg padre recibió la medalla Rumford (1916) y la medalla Copley (1930) de la Royal Society of London, institución que presidió entre los años 1935 a 1940. Bragg hijo lo sucedió en ese cargo sólo a partir de 1954, pero fue director del Cavendish Laboratory en Cambridge cuando James Watson y Francis Crick, en febrero de 1953, descubrieron la estructura helicoidal de la molécula de ADN con la ayuda de los rayos X. El mineral braggita, sulfuro tetragonal de platino, paladio y níquel descubierto en el Bushveld Complex, Transvaal, Africa del Sur, fue nominado en honor de ambos por Bannister y Hey (1932).

El químico holandés PETER JOSEPH WILHELM DEBYE (1884–1966) fue el creador del llamado método de polvo para la identificación rápida de sustancias cristalinas mediante los rayos X, también conocido como método de Debye-Scherrer, y de una cámara experimental de uso corriente en mineralogía. Investigador incansable, le debemos el modelo Debye que ilustra

la capacidad calórica de los sólidos en función de la temperatura; el factor Debye o Debye shielding que, en la física del plasma, acota el proceso por el cual el plasma encubre una carga eléctrica por redistribución de partículas del plasma a su alrededor; la longitud Debye indica la distancia normal requerida para llenar el factor Debye en un plasma; la vaina Debye es la capa activa de varias unidades Debye de espesor, donde un plasma contacta una superficie material; la ecuación Debye-Hückel proporciona un método para calcular los coeficientes de actividad; la relajación Debye es la relajación dieléctrica que emerge de la población ideal de dipolos inactivos ante un campo eléctrico alterno externo; el factor Debye-Waller ofrece una medida del desorden en la celda elemental cristalina y la teoría Lorenz-Mie-Debye describe la dispersión de la luz por una partícula esférica. Entre 1934 y 1939 fue director del famoso Kaiser Wilhelm Institut en Berlín donde recibió el premio Nobel de química (1936) por sus estudios de la estructura molecular. En 1940 se radicó en Estados Unidos y trabajó para la Cornell University en Ithaca, New York. Hoy le recuerda un planeta menor o asteroide y el debye: la unidad física original para el momento del dipolo eléctrico.



Peter Debye (1884-1966)



Paul Scherrer (1890-1969)



Hermann Weyl (1885-1955)

El físico PAUL SCHERRER (1890-1969) fue un suizo que acompañó a Debye en investigaciones sobre la materia, especialista en la dispersión de rayos X en cristales, líquidos y gases. Estudió en el Eidgenössische Technische Hochschule de Zürich y en las universidades de Königsberg y Göttingen. Se doctoró por la Universität Göttingen con una tesis sobre el efecto Faraday en la molécula de hidrógeno (1916). Una cámara para difracción de rayos X y el método de polvo Debye-Scherrer llevan el nombre de ambos. En 1927 encabezó un equipo suizo de física experimental, en 1946 fue presidente de la Schweizerischen Studienkommission für Atomenergie y luego tuvo participación activa en la creación del CERN (1954). Luego de su muerte, grupos suizos de investigación en física nuclear fundaron el Paul Scherrer Institute, ubicado cerca de Villigen, cantón de Aargau. FRIEDRICH WILHELM BERTHOLD RINNE (1863-1933) fue un gran investigador alemán de la estructura interna de los cristales. Estudió los meteoritos, en especial sideritos y aplicó el análisis röntgenográfico y los grupos espaciales de simetría en los minerales. Ocupó la plaza de profesor ordinario de mineralogía y petrología en la Universität Kiel entre los años 1909 a 1928. Entre sus mejores obras *Étude pratique des roches à l'usage des ingénieurs et des étudiants ès sciences naturelles* (1912); *Crystals and the fine-structure of matter y Einführung in die kristallographische Formenlehre und elementare Anleitung zu kristallographisch-optischen sowie röntgenographischen* (1922). También publicó la nueva especie mineral koenenita (1902), cloruro trigonal complejo de aluminio, magnesio y sodio; y Boeke le dedicó el mineral rinneíta, otro cloruro trigonal complejo, pero este con potasio, sodio y hierro, recuperado a partir de las evaporitas marinas pérmicas del Zechstein, en Sajonia, Alemania (1909).

El matemático HERMANN KLAUS HUGO WEYL (1885-1955) impulsó el fundamento teórico de la cristalografía multidimensional hallando los 27 grupos espaciales en el discontinuo bidimensional y las operaciones de simetría inherentes al espacio tetradimensional. Estudió en la Universidad de München (1904) y defendió su doctorado en Göttingen, bajo la guía de David Hilbert (1862–1943) matemático famoso por sus logros en geometría avanzada, con el tema *Singuläre Integralgleichungen mit besonderer Berücksichtigung des Fourierschen Integraltheorems* (1908). Publicó su primer libro *Die Idee der Riemannschen Fläche* en 1913 (con tres ediciones 1927 y 1955). Ocupó la plaza de profesor de matemáticas en la Züricher Technische Hochschule (1913-1930), en Göttingen (1930-1933) y en el Institute for Advanced Study de Princeton, USA (1933-1952). Sus obras más conocidas fueron *Gruppentheorie und Quantenmechanik* (1928), *Elementary Theory of Invariants* (1935), *The classical groups* (1939), *Algebraic Theory of Numbers* (1940), *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (1949), *Symmetry* (1952) y *The Concept of a Riemannian Surface* (1955). Aplicó la teoría de grupos a la mecánica cuántica y mostró que ambos campos, el electromagnético de Maxwell y el gravitatorio, son propiedades geométricas emergentes del espacio. También introdujo las transformaciones gauge en la teoría de campos. Weyl extendió la noción del discontinuo desde la cristalografía a la física y luego a la metafísica, vulnerando junto con Edmund Husserl (1859-1938) el concepto filosófico del continuo existencial.



Paul Niggli (1888-1953)



Walter G. Wyckoff (1897-1994)



John D. Bernal (1901-1971)

PAUL NIGGLI (1888-1953), cristalógrafo y mineralogista suizo que fue educado en la Eidgenössische Technische Hochschule de Zürich, con docentes de la talla de Albert Einstein y Pierre Weiss. Defendió su doctorado en 1911 y tras un breve contrato en el Instituto de Física y Química de la Technische Hochschule Karlsruhe, completó una pasantía de postgrado en el Geophysical Laboratory de la Carnegie Institution en Washington, USA. Luego obtuvo dos habilitaciones docentes, por la ETH en 1913 y por la Universität Zürich en 1914. Con la jubilación del profesor Ulrich Grubenmann en 1920, Niggli accedió a la titularidad de la cátedra, dictando cursos de petrología, mineralogía y cristalografía, tanto morfológica como estructural, física y química durante los siguientes 32 años, casi hasta su muerte. Ejerció el rectorado de la ETH en Zürich entre 1928 y 1931. Es internacionalmente recordado por los Valores de Niggli, difundido método de su autoría para cálculos normativos en la composición de las rocas ígneas. Entre sus libros más destacados vemos *Tabellen zur Petrographie und zum Gesteinsbestimmen* (1939); *Die Mineralien der Schweizeralpen* (con Königsberger y Parker, 1940 y 1953) y *Allgemeine Lehre von den Gesteinen und Minerallagerstätten* (1948). Sus manuales de enseñanza han sido referentes exitosos en su tiempo, al punto que el valorado manual de cristalografía de Juan Olsacher (1903-1964) —que fuera su pasante en Suiza y profesor de mineralogía durante 34 años en la Universidad de Córdoba, Argentina— reconoce una neta

inspiración niggliana. Las pasantías académicas en la cátedra de Paul Niggli convocaban a los mineralogistas de todo el orbe, desde América al Japón. El mineral niggliíta, PtSn hexagonal con estructura de niquelina y procedente de Sudáfrica, le fue dedicado por Scholtz en 1936.

El destacado cristalógrafo norteamericano RALPH WALTER GRAYSTONE WYCKOFF (1897-1994) sobresalió en el estudio de las estructuras cristalinas mediante la difracción de rayos X y la microscopía electrónica. Completó su bachillerato en ciencias en el Hobart College y egresó de la Cornell University con su doctorado, sobre las estructuras de nitrato NaNO_3 y CsCl_2 , en el año 1919. Le debemos la nomenclatura para definir las posiciones atómicas equivalentes en la celda elemental de las sustancias cristalinas, nomenclatura y posiciones que hoy llevan su nombre. Dotado de una inmensa energía y capacidad de trabajo publicó más de 400 artículos científicos entre sus 19 y sus 89 años. Las obras más relevantes son *The Analytical Expression of the Results of the Theory of Space Groups* (1922) y *The Structure of Crystals* (1924). La última edición de su enciclopédica serie *Crystal Structures*, con la descripción de las estructuras de los minerales más importantes, fue editada por John Wiley & Sons entre 1963 y 1971.

El cristalógrafo británico JOHN DESMOND BERNAL (1901-1971) un pionero en la aplicación de los rayos X a la biología molecular, fue un destacado profesor de mineralogía en la Universidad de Cambridge, U.K., cátedra que también recibió un número considerable de estudiantes avanzados y jóvenes graduados extranjeros en busca de perfeccionamiento. Nació en Nenagh, Tipperary, Irlanda, en el seno de una familia de origen judío sefardita que se asentó en ese país, tras emigrar en 1840 desde España vía Amsterdam y Londres, donde adoptaron un catolicismo formal. John Desmond cursó su enseñanza elemental en varios lugares, una escuela protestante en Barrack Street, otra jesuíta en Stonyhurst, para luego estudiar en la Bedford School y en el Emmanuel College de Cambridge. En este colegio sobresalió en sus cursos de matemáticas y cristalografía al deducir los 230 grupos espaciales aplicando los cuaternios de William Rowan Hamilton (1805–1865), algo muy inusual para un colegial adolescente de todas las épocas. Luego ingresó en la universidad local a estudiar mineralogía, cristalografía y matemática (1919). En el año 1923 obtuvo una pasantía de investigación en la Royal Institution of London para trabajar con William Henry Bragg en difracción de rayos X por los cristales. El trabajo encomendado por Bragg sobre la estructura del grafito (1924) es hoy un clásico en el tema y diseñó también un diagrama útil para interpretar los fotogramas de rayos X que se conoce como tabla de Bernal (*Bernal chart*). Cuatro años después regresó a Cambridge y ocupó el sitio de profesor en cristalografía estructural y mineralogía (1927), desarrollando una labor muy original en el análisis de las posiciones atómicas en la estructura cristalina. Entre 1927 a 1937 fue la década más fructífera de Bernal como científico cuando abrió las puertas del estudio de las grandes biomoléculas mediante difracción de rayos X, una acción desestimada por inviable por toda la escuela alemana y los propios Braggs. No obstante, fue el primer cristalógrafo del mundo en obtener la imagen difractada de una proteína en el año 1934, iniciando la senda que llevaría a James Watson y Francis Crick a definir la estructura del ADN y al auge sin precedentes de la genética en el tercer milenio. En el lapso indicado logró determinar la estructura molecular de la vitamina B1 (1933), de la pepsina (1934), de la vitamina D2 (1935), de los esteroides (1936) y del virus del mosaico de tabaco (1937), año este último en que fue designado profesor de física del Birkbeck College, London, al suceder a Patrick Maynard Stuart Blackett (1897-1974), aquel físico Nobel Prize 1948 que descubrió el positrón tras fotografiar la traza de un rayo cósmico en una cámara de niebla. El sueño genial de Bernal se materializó con el Biomolecular Research Laboratory, fundado y presidido por Sir William Lawrence Bragg a partir de julio de 1948 en Cambridge. Un hito negro en la vida de Bernal, que desdibujó bastante su brillante trayectoria, fue su adhesión extrema al marxismo militante. El descubrimiento en su juventud de la revolución bolchevique de 1917 fue una

epifanía deslumbrante en lo ideológico que lo subyugó toda la vida, al punto de escribir: *el gran experimento ruso sobre el marxismo teórico es de una validez universal. Ahora parece mi patriotismo irlandés absurdamente reaccionario. ¡Todo el poder a los soviéticos!* En los cincuenta años siguientes editó una cantidad asombrosa, desde libros a panfletos, del tipo *The World, the Flesh and the Devil* (1929); *Aspects of Dialectical Materialism* (1934); *The Social Function of Science* (1939); *Marx and Science* (1952); *Science in History* (1954 a 1965) y devino en uno de los intelectuales marxistas más renombrados de occidente. El balance entre sus 224 publicaciones científicas, frente a sus 412 ediciones “político-sociales”, es elocuente. Miembro del Communist Party of Great Britain desde 1933, tuvo un protagonismo activo en la guerra contra Alemania desde 1939, al desarrollar métodos originales para evaluar la eficacia de los bombardeos aéreos, crear el Mulberry Harbour para facilitar los desembarcos anfibios y aplicar la ciencia a fines militares en las funciones de Scientific Advisor del Chief of Combined Operations, Lord Louis Mountbatten (1900-1979), por las cuales desembarcó en Normandía el Día D + 1. En la guerra fría apoyó la expansión soviética en Europa abrazando un pacifismo unilateral que le brindó el Lenin Peace Prize en los años 1953 y 1955. Así publicó *Peace to the World* (1951), un panfleto del British Peace Committee o el libro *World without War* (1958). En esta línea de acción fue el primer presidente del Cambridge Scientists Anti-War Group, presidente del World Peace Council y como tal preparó la conformación de la World Federation of Scientific Workers. Personaje muy popular de la URSS y de los países del Pacto de Varsovia en esos tiempos, Bernal alternaba con dirigentes de la talla de Khrushchev, Nehru, Mao y Ho Chi Minh. Ciego ante el significado de la invasión soviética de Hungría y la deportación de varios conocidos a los gulags de Siberia, acogió con silencio cómplice los errores científicos del biólogo Trofim Lysenko, aquel funcionario mimado de Joseph Stalin y sus consecuencias desastrosas para la biología y la agricultura de la URSS. Aquejado de varios ataques de apoplejía a partir de 1963, vivió sus últimos años recluso en una silla de ruedas. El mineral bernalita, un hidróxido férrico hidratado, de simetría rómbica, fue descubierto en la mina Proprietary, Broken Hill, New South Wales, Australia, y dedicado a su memoria por Birch *et al.* en el año 1992.

No podemos continuar con la historia sobre la estructura interna de los minerales sin mencionar a LINUS CARL PAULING (1901-1994), el muy famoso y multidisciplinario químico norteamericano que se distinguió en la cristalografía, la biología molecular y la investigación médica. Existe amplio consenso para considerarle el químico más importante del siglo XX. La mineralogía sistemática, desde el año 1929, le debe los criterios básicos para la clasificación moderna de los silicatos y los minerales complejos. Fue el primero en aplicar la mecánica cuántica a la química y desarrollar el concepto actual sobre valencia y enlaces químicos. Estableció las cinco reglas de Pauling (1928), normas básicas en cristalografía para describir el comportamiento de los elementos químicos dentro de las estructuras cristalinas. Asistió a la Washington High School en Portland (1913) y luego ingresó en el Oregon Agricultural College, motivando su vocación con los trabajos de Gilbert N. Lewis e Irving Langmuir sobre la estructura electrónica de los átomos y la formación de moléculas, temas con los cuales se graduó en ingeniería química (1922). Estudió en el California Institute of Technology en Pasadena, California (Caltech), bajo la guía de Roscoe G. Dickinson, alcanzando su doctorado *summa cum laude* en fisico-química y fisico matemáticas al investigar las estructuras cristalinas con difracción de rayos X (1925). Con una beca Guggenheim realizó un periplo europeo por los laboratorios de Niels Henrik David Bohr (1885-1962) en Copenhague, de Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld (1868-1951) en Munich, y de Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887-1961) en Zürich, los especialistas del mundo de la nueva mecánica cuántica en el momento más adecuado para el joven químico Pauling. Ocupó la cátedra de química teórica en el Caltech como profesor asistente (1927) hasta profesor titular (1930). Al año siguiente la American Chemical Society le otorgó el premio Langmuir (1931) por los notables aportes a la

ciencia de un hombre con menos de 30 años. Investigó la naturaleza de los enlaces químicos, la estructura molecular y el concepto de electronegatividad. La escala de electronegatividad de Pauling permite predecir el tipo de enlace químico entre los átomos en las moléculas (1932). En 30 años el libro *The Nature of the Chemical Bond* (1939) registró más de 16.000 citas desde su primera edición. Otro destacado aporte fue *Introduction to Quantum Mechanics with Applications to Chemistry* por Pauling, L. y E. Bright Wilson (1935). Su producción científica en esta década ameritó la obtención del premio Nobel de química 1954. Pauling es una de las muy selectas personas laureadas con dos premios Nobel. En el año 1962 también recibió el premio Nobel de la Paz por sus esfuerzos tras el tratado de no proliferación de armas nucleares. En 1947, el presidente Truman le otorgó la Medal of Merit de la White House por sus investigaciones científicas y por su compromiso pacifista. Sus libros más vendidos alcanzaron incontables reimpresiones, con *Structure of Molecules and Crystals* (ediciones 1939, 1949, 1960); *No More War!* (1958, 1959, 1962); *Architecture of Molecules* (1964); *Chemistry* (1975) y el mundialmente popular *General Chemistry* (ediciones 1941, 1947, 1953, 1970) fue un texto traducido a nueve idiomas. En el año 1960 Kamb y Oke le dedicaron la nueva especie mineral paulingita, una zeolita cúbica muy compleja de fórmula $(K_2, Ca, Na_2, Ba)_5[Al_{10}Si_{32}O_{84}].34-44H_2O$, hallada en los basaltos toleíticos y sus xenolitos de arenisca alterados que asoman en el río Columbia, Washington, USA.



Linus Pauling (1901-1994)



Cámara de precesión de Buerger



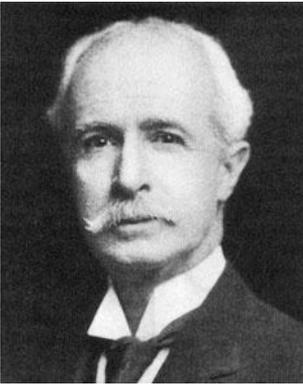
Martin J. Buerger (1903-1986)

El cristalógrafo y mineralogista norteamericano MARTIN JULIAN BUERGER (1903-1986) fue un dedicado investigador de la cristalografía de rayos X que diseñó para la difracción, con el método de polvo, una cámara que lleva su nombre y el método de precesión utilizado habitualmente en la determinación de la celda elemental y el grupo espacial de los cristales. Hijo de una familia de arraigados preceptos religiosos y morales, nieto de inmigrantes luteranos, comunidad que en 1838 se trasladó desde Sajonia a Missouri fundando el Missouri Synod de la iglesia luterana, el joven Martin estudió en la Morris High School del Bronx, New York, para ingresar al Massachusetts Institute of Technology -MIT- en el año 1920. Se tituló como ingeniero de Minas en 1925, con cierta vocación por los minerales metalíferos y una tesina dedicada a las menas estaníferas de Bolivia. Luego pasó al departamento de geología del MIT y se doctoró en 1929 con una tesis sobre las deformaciones con deslizamiento en cristales tipo NaCl. En la década del 30 se dedicó por entero a la cristalografía de rayos X tras organizar y difundir no menos de 32 cursos y conferencias, dictadas por William Lawrence Bragg, en el Physics Department del MIT, década en la cual publicó unos 40 artículos dando a conocer las estructuras de marcasita, löllingita, arsenopirita, gudmundita, valentinita y manganita. En 1934 diseñó y desarrolló la cámara Weissenberg para difracción de rayos X y en 1939 organizó la

Crystallographic Society of America de la que fue su primer presidente. Hacia 1942 diseñó la cámara de precesión, cuya primera unidad construyó en 1944 y su teoría completa la publicó en el año 1964. Dos técnicos mecánicos del departamento de geología, Otto von der Heyde y Charles Supper, abrieron una factoría privada para producir por centenares de unidades las tres cámaras de rayos X ideadas por Buerger, instrumental que registró muy alta demanda. En 1945 postuló una explicación para el origen de las maclas en los minerales que es al presente la más aceptada. Luego de la Segunda Guerra Mundial fue miembro destacado del comité organizador de la International Union of Crystallography, entre 1946 a 1948, institución a la que estaría ligado el resto de su vida. En 1952 construyó el primer contador difractométrico para medir la intensidad de las líneas difractadas en los cristales, el cual devino a su vez en el primer difractómetro automático (1961). Los principales libros publicados por Buerger son: *Wallpaper and atoms. How a study of nature's crystal patterns aids scientist and artist* (1937); *The optical identification of crystalline substances* (1939); *Numerical structure factor tables* (1941); *X-Ray Crystallography* (1942); *The photography of the reciprocal lattice* (1944); *International Tables For X-Ray Crystallography Vol I Symmetry Groups Vol II Mathematical Tables Vol 3 Physical And Chemical Tables* (1952); *Elementary Crystallography* (1956, 1963); *The Powder Method in X-Ray Crystallography* (con Leonid V. Azaroff en 1958); *Crystal-structure Analysis* (1960, 1979); *The Precession Method in X-Ray Crystallography* (1964); *Elementary Crystallography: An Introduction to the Fundamental Geometrical Features of Crystals* (1967, 1978); *Contemporary Crystallography* (1970); *Introduction to Crystal Geometry* (1971); *Kristallographie, Eine Einführung in die geometrische und röntgenographische Kristallekunde* (1977). La producción científica, asociada con el MIT la institución que lo acogió durante 50 años, supera los 250 artículos publicados. En vida recibió numerosos premios y distinciones de muy variadas instituciones repartidas por todo el mundo. El Martin J. Buerger Award es un premio para estímulo de los investigadores jóvenes otorgado por la American Crystallographic Association. Buergerita es un miembro de sodio y hierro del grupo de la turmalina, el mineral que le fuera dedicado por Gabrielle Donnay y otros en el año 1966.

La mineralogía y la petrología experimentales también avanzan en el siglo XX

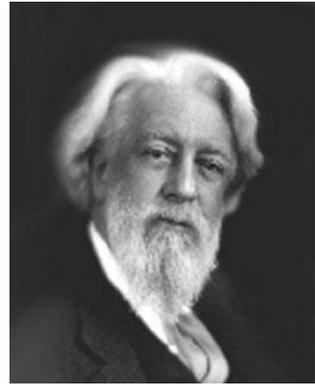
Junto con el auge de la petrografía microscópica, a caballo entre los siglos XIX y XX, también surge con fuerza la petrología experimental, el estudio del comportamiento de magmas fundidos sintéticos en el laboratorio y el conocimiento de la ecuación de estado, con sus diagramas isobáricos (T-X) de estabilidad de fases, en los minerales formadores de las rocas ígneas. Durante el año 1902, Cross *et al.* (Cross-Iddings-Pirsson-Washington) publicaron en el *Journal of Geology* *A quantitative chemico-mineralogical classification and nomenclature of igneous rocks*, un artículo clave que dió a conocer los fundamentos químicos del ensamble mineral en estas rocas y el hoy clásico sistema de clasificación CIPW, por las iniciales del apellido de sus autores, el cual definió la norma de cálculo petroquímico CIPW con fines taxonómicos para la primera clasificación cuantitativa y de soporte químico-mineral de las rocas ígneas, en especial aquellas vítreas o de grano muy fino. La fundación de la Carnegie Institution, en Washington D.C. (1903) con su Geophysical Laboratory, brindó el marco institucional donde se llevaron adelante, en las cuatro décadas siguientes, importantes programas de petrología experimental. Finalmente el petrólogo norteamericano CHARLES WHITMAN CROSS (1854-1949) encabezó la famosa sigla CIPW, al respetar el orden alfabético entre autores, todos ellos muy buenos amigos. Cross estudió petrografía en Alemania enviado por Clarence King (1842-1901), primer director del U.S. Geological Survey, en una pasantía a la cátedra de Zirkel en Leipzig. En 1903 fundó el Petrologist's Club en Washington, publicó *The texture of igneous rocks* (1906) junto con Iddings y colaboró en diseñar el programa científico inicial del Geophysical Laboratory.



Joseph P. Iddings (1857-1920)



Louis V. Pirsson (1860-1919)



Henry S. Washington (1867-1934)

JOSEPH PAXSON IDDINGS (1857-1920) fue sin duda el más destacado de los cuatro autores de la norma petroquímica. Registró inscripción temprana en un curso de ingeniería civil de la Sheffield Scientific School de la Yale University (1866), para luego cursar en ingeniería de minas. Recibió premios en matemática e ingeniería civil, pero sus inclinaciones vocacionales lo orientaron después hacia las ciencias naturales y la petrología. En 1877 fue secretario de la Yale Society of Natural History. Al año siguiente se graduó en mineralogía y química por la Universidad de Yale y tomó cursos en la Columbia School of Mines de New York con John Strong Newberry (1822-1892). Regresó a Yale y a la investigación geológica por influencia de Clarence King. Le fascinó el estudio petrográfico de los granitos de New Hampshire realizado por George Wesson Hawes (1848-1882), que había estudiado en Heidelberg con Rosenbusch. Hawes presentó a Iddings al profesor Rosenbusch para lograr una estadía académica en Heidelberg (1879). Así llegó a ser Iddings su amigo y alumno aventajado, traduciendo sus libros al inglés y participando en trabajos conjuntos durante muchos años. En Alemania se conocieron con Cross lo cual fue el inicio de una larga amistad. Un año después ingresó en el U.S. Geological Survey (1880), bajo la dirección de Clarence King, en donde Iddings realizó muchos trabajos de petrología de campo y de laboratorio (Eureka District, Washoe District, Nevada, Yellowstone National Park). Difundió el libro de Rosenbusch *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien* al traducir y publicar sus ediciones inglesas de 1888, 1889, 1892 y 1898, con la colaboración de George H. Williams de la Johns Hopkins University, otro ex-estudiante americano en Heidelberg. Ocupó el cargo de profesor asociado (1892) y de titular (1895) en la primera cátedra de petrología del mundo, abierta en la Universidad de Chicago. Otras de sus obras destacadas son *On Rock Classification, Chemical and Mineral Relationships in Igneous Rocks* y *Microscopical Physiography of the Rock-Making Minerals: An Aid to the Microscopical Study of Rocks*, esta última con Rosenbusch (1888); *On crystallization of igneous rocks* (1889); *The eruptive rocks of Electric Peak and Sepulchre Mountain, Yellowstone National Park* (1891); *The Geology of the Yellowstone National Park*, con Hague et al. (1899); *Chemical composition of igneous rocks expressed by means of diagrams, with reference to rock classification on a quantitative chemico-mineralogical basis* (1903); *Rock Minerals: Their Chemical and Physical Characters and Their Determination in Thin Sections* (1906); *Problems in petrology* (1911); *Igneous Rocks: Composition, Texture and Classification, Description, and Occurrence*, en dos tomos (1909-1913); *The Problem of Volcanism* (1914). Iddings fue miembro extranjero de la sociedad científica de Oslo en 1902 y de la Geological Society of London en 1904. Recibió la incorporación a la National Academy of Sciences y el doctorado honoris causa de la Universidad de Yale en 1907, fue miembro de la American Philosophical Society en 1911, miembro corresponsal de la Société française de Mineralogie y conservador honorario de petrología en el U.S. National Museum en

Washington D.C. en 1914. Acuñó varios términos técnicos de uso actual: bismalito, litofisas, xenocristales, consanguinidad, textura laminada, mineral oculto, oikocristales, anortoclasa, esferulitas. Describió la alteración del olivino en los basaltos que forma un agregado micáceo rojizo de serpentina, mica que Andrew Cowper Lawson (1861-1952) llamó iddingsita. Hoy se denomina y reconoce esta alteración como iddingsitización.

LOUIS VALENTINE PIRSSON (1860-1919) fue profesor de geología y petrografía en Yale integrando la sigla CIPW desde su experiencia con la escuela francesa de petrografía. Conoció a Iddings en 1890 cuando fue su ayudante de campo en el levantamiento geológico del Yellowstone Park. Mucho más tarde organizó la Silliman Lecture Series de la Yale University (1911), para abordar el problema del vulcanismo, invitando a Iddings entre otros afamados conferencistas como Reginald Aldworth Daly (1871-1957) y Henry Washington. Publicó con Washington *Quantitative classification of igneous rocks based on chemical and mineral characters, with a systematic nomenclature* (1903). Le fue dedicado en el año 1896 el mineral pirssonita, un carbonato alcalino rómbico de sodio y calcio, con dos moléculas de agua de cristalización, hallado en Searles Lake, California. El químico y petrólogo norteamericano HENRY STEPHENS WASHINGTON (1867-1934) nació en Newark, New Jersey, e ingresó al Yale College en 1882 para su primera formación en mineralogía con excelentes profesores (los Dana, padre e hijo, Brush y Penfield). Se graduó en 1888, año en que publicó con W. F. Hillebrand la cristalografía de los arseniatos de cobre de Utah. Durante los cuatro años siguientes realizó un largo viaje de naturalista por la India, Europa, Egipto, Argelia y el Asia Menor. Entre 1891 a 1893 optó por una residencia académica en la Universidad de Leipzig para estudiar con Zirkel y Credner^(*). Su tesis doctoral sobre *The Volcanoes of the Kula Basin in Lydia*, fue defendida en Leipzig (1893) y publicada en New York (1894). Retornó a Yale como un experto petroquímico en 1895. Analizó minerales para Dana juniors y Brush, y rocas para Pirsson, desde su propio laboratorio donde trabajó durante diez años. En 1897 comenzó a comparar el quimismo de las rocas magmáticas americanas con las europeas, tarea que también realizaba la dupla de Joseph Iddings y Charles Cross acumulando otros análisis petroquímicos. Hacia el año siguiente a todo el grupo CIPW le fue obvia la necesidad de sistematizar la clasificación y la nomenclatura de las rocas ígneas, emprendimiento conjunto al que dedicaron el lustro siguiente. Para el año 1903 y además del clásico artículo clave ya mencionado, Washington publicó por separado el inventario analítico realizado en *Chemical Analyses of Igneous Rocks* (USGS Professional Paper 99). En el año 1912 se incorporó a la Carnegie Institution de Washington y a su Geophysical Laboratory, ampliando así su producción analítica con una dedicación exclusiva hasta el final de sus días, dedicación que potenció con el divorcio precoz de un malogrado matrimonio sin hijos. También fue jefe de los laboratorios químicos del U.S. Geological Survey (1883-1931) y participó activamente en el desarrollo de la geoquímica. Tras ese notable rendimiento científico, fue nominado miembro de la National Academy of Sciences (1921); vicepresidente de la Geological Society of America y de la sección de Vulcanología de la International Geophysical Union (1922); presidente de la Mineralogical Society of America (1924), de la American Philosophical Society (1926) y de la American Geophysical Union (1929). Washington fue miembro correspondiente de la Académie de France, de la Geological Society of London y de la Sociedad Española de Historia Natural. En Italia fue caballero de la Orden de la Corona, miembro extranjero de la Academia dei Lincei, de

^(*) Se trata de Karl Hermann Georg Credner (1841-1913), geólogo y paleontólogo, profesor en la Universidad de Leipzig entre 1869 y 1906. La familia Credner, vinculada al teólogo luterano Karl August Credner (1797-1857) proporcionó varios naturalistas, pero el mineral crednerita, un óxido monoclinico de manganeso y cobre descrito por Rammelsberg en 1849, fue nominado en reconocimiento al geólogo minero e ingeniero de minas Carl Friedrich Heinrich Credner (1809-1876) amante de los minerales y su descubridor en Friedrichroda, Thuringen, Alemania. Carl Friedrich también halló en esa localidad el mineral calciovolborthita (1848), luego redefinido tangeita (Fersman, 1925).

la Società Geologica Italiana y de las academias de Modena y Turín. Académico en Noruega y miembro honorario de la England's Mineralogical Society. Otros trabajos destacados: *The magmatic alteration of hornblende and biotite* (1896); *Manual of the chemical analysis of igneous rocks* (1904, 1919, 1930 4th Edition); *The chemistry of the earth's crust* (1920); *The density of the earth as calculated from the densities of Mauna Kea and Halekala* (1923); *The composition of the earth's crust* (con F. W. Clarke, 1925); *How petrography can aid stone producers* (1926); *The eruption of Santorini in 1925* (1927); *A chemical study of the yellow incrustation on the Vesuvian lava of 1631* (1928); *The rock suites of the Pacific and the Atlantic ocean basins* (1930). Luego de su muerte se publicaron las obras inéditas: *The analysis of rocks* (1932); *The earliest recorded rock analysis* (revisado por A. N. Winchell, 1932); *A descriptive petrography of the igneous rocks, vol. 1. Introduction, textures, classification, and glossary* (1939); *The crust of the Earth and its relation to the interior* (coautoría con L. H. Adams) y *The chemical and petrological nature of the earth's crust* (1951). Entre los años 1906 a 1912 trabajó como geólogo minero consultor sin afectar el caudal de sus artículos científicos publicados. La mineralogía sistemática le reconoció coautoría en las nuevas especies minerales linosita (con Wright, 1908), anemousita y carnegieita (con Wright, 1910), luego desacreditadas ambas por laboratorita.



Norman Levi Bowen (1887-1956)

Johannsenita $\text{CaMn}[\text{Si}_2\text{O}_6] - \text{C2/c}$ 

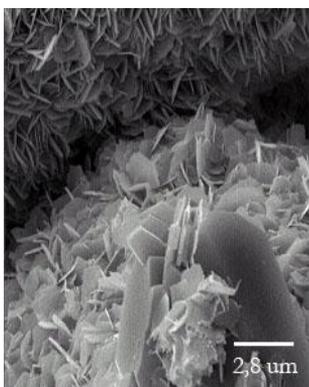
Albert Johannsen (1871-1962)

El destacado científico canadiense NORMAN LEVI BOWEN (1887-1956) fue el petrólogo más famoso de todos aquellos que pasaron por el Geophysical Laboratory de la Carnegie Institution en Washington, D.C., un pionero de la petrología experimental. Se formó en mineralogía y química, disciplinas en las que fue premiado durante su paso por la Queen's University, en Kingston, Ontario, su ciudad natal. Más tarde tomó una pasantía académica en el Massachusetts Institute of Technology para estudiar con Reginald A. Daly y obtener su doctorado mediante la investigación del sistema mineral nefelina-anortita, primer ejemplo de diagrama de fases en silicatos naturales que forman soluciones sólidas de cristal mixto con enantiotropismo (1912). Ese mismo año se incorporó al staff del Geophysical Laboratory, institución que albergó su brillante carrera (1912-1937). Postuló la existencia de un magma primario de composición basáltica del cual derivaron la mayor parte, sino todas, las demás rocas ígneas mediante un mecanismo de diferenciación magmática, por cristalización fraccionada de sus componentes. Las ideas publicadas en su artículo *The later stages of the evolution of the igneous rocks* (1915) suscitaron enconadas controversias, pero fueron aceptadas internacionalmente hacia la época de la edición de su afamado libro *The Evolution of the Igneous Rocks* (1928), con el detalle de los principios y mecanismos de la cristalización fraccionada del magma de basalto, libro donde figuran las conocidas series de reacción mineral de Bowen. Luego de dejar Washington y durante diez años (1937-1946) fue profesor de petrología experimental en la Universidad de Chicago. Sin embargo, muy molesto por las dificultades

administrativas y de recursos disponibles regresó al Geophysical Laboratory como investigador asociado (1947-1952). Bowen recibió muchos reconocimientos en su vida: medallas en mineralogía y química, Queen's University (1907); medalla Bigsby, Geological Society of London (1931); medalla Penrose, Geological Society of America (1941); medalla Miller, Royal Society of Canada (1943); medalla Roebling, Mineralogical Society of America (1950); medalla Wollaston, Geological Society of London (1950); medalla Hayden, Academy of Natural Sciences of Philadelphia (1953); medalla Bakhuis Roozeboom, Royal Netherlands Academy (1954); doctorados honorarios por la Harvard University (1936), la Queen's University (1941) y la Yale University (1951). Fue presidente de la Mineralogical Society of America (1937) y de la Geological Society of America (1946). Miembro honorario de la American Academy of Arts and Sciences (1921); de la American Philosophical Society (1930); de la Indian Academy of Sciences (1934); de la National Academy of Sciences (1935); de la Akademie der Naturforscher, Halle (1936); de la Geological Society of London, de la Société géologique de Belgique, Liege, y de la All-Russian Mineralogical Society, Leningrad (1937); de la Finland Academy of Sciences (1947); de la Royal Society of Great Britain (1949) y de la Academie Lincei di Roma (1951). En 1952, la American Journal of Science editó el Special Bowen Volume. Publicó más de un centenar de artículos científicos, muchos de ellos en colaboración con sus colegas John Frank Schairer (1904-1970) y Frank Tuttle (1916-1983) del Geophysical Laboratory. Bowen publicó los nuevos minerales: mullita, un polimorfo de alta temperatura del silicato de aluminio y un topónimo por su yacencia en las buchitas, rocas del metamorfismo de contacto extremo en la isla de Mull, Escocia (1924); y el piroxeno ferrosilita, el extremo de hierro en la serie rómbica de la enstatita. Es muy deplorable que bowenita, mineral a él dedicado, haya sido desacreditado luego al comprobar su identidad con antigorita. El profesor ALBERT JOHANNSEN (1871-1962), sucesor de Iddings en la cátedra de Petrología de la Universidad de Chicago, supo transmitir con precisión correctora hasta las sutilezas del sistema CIPW. Escribió una obra colosal, *A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks* (1939) publicada por la University of Chicago Press. El mineral johannsenita, piroxeno monoclinico y el extremo manganesífero en la serie diópsido-hedenbergita, es la especie que le dedicó Schaller en el año 1938.



Carl W. E. Correns (1893-1980)



Corrensite de Maulbronn, Alemania



Helmut Winkler (1915-1980)

El mineralogista, petrógrafo y sedimentólogo alemán CARL WILHELM ERICH CORRENS (1893-1980) fue un pionero en el estudio de los sedimentos marinos profundos. En 1912 inició sus estudios de ciencias naturales, especialmente geología y mineralogía en la Universität Tübingen y luego en Münster. En 1920 se doctoró en Berlín y ocupó un cargo de geólogo en el *Preussisches Geologisches Landesamt* de Berlín, trabajando también con el profesor Herbert Max Finlay Freundlich (1880-1941) sobre química coloidal en el *Kaiser-Wilhelm-Institut*

für physikalische Chemie, profundizando en termodinámica aplicada y técnicas experimentales. Entre los años 1926 y 1927, Correns participó de la expedición oceanográfica alemana en el Atlántico Sur, reunida a bordo del buque Meteor, recogiendo e investigando los depósitos sedimentarios del piso oceánico. El año siguiente fue contratado por la Universität Rostock como profesor extraordinario para organizar el departamento de geología y mineralogía, alcanzando la posición de profesor ordinario de tiempo completo en 1930. Allí desarrolló nuevas técnicas analíticas de rayos X para determinar los minerales en los sedimentos clásticos muy finos, arcillosos, e investigó las muestras del Meteor. Entre 1929-1935, participó en Göttingen junto a Viktor Moritz Goldschmidt, en las investigaciones geoquímicas en sedimentos de los elementos F, Cl, Br, B, Zn, Pb, Zr, S, N y C. En el año 1938, en mérito a su experiencia única, fue contratado para armar el primer Sedimentpetrographisches Institut de Europa, continuando con grandes medios sus investigaciones iniciadas en Rostock. En 1942 fue director del Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Göttingen. Luego de la guerra mundial, Correns y sus estudiantes investigaron los aspectos cristalquímicos de la diagénesis y los procesos de alteración y halmirólisis en los sedimentos. Hacia 1959 habilitó el primer laboratorio de isótopos estables, el Zentrallabor für die Geochemie stabiler Isotope der Universität Göttingen, para el análisis de los minerales. Correns fue uno de los fundadores de la prestigiosa revista *Geochimica et Cosmochimica Acta* y su editor hasta 1965. También fue editor jefe vitalicio de *Contributions to Mineralogy and Petrology* por 26 años hasta su muerte. En mérito a su trayectoria recibió doctorados honorarios de las universidades de Tubingen y Clausthal e innumerables distinciones y membresías, donde sobresalen su vinculación con la Geological Society of America, la Mineralogical Society of America y la obtención de la medalla Roebling en el año 1976. Correns publicó alrededor de 130 trabajos científicos que incluyen un número sorprendente de “clásicos” de cita actual y permanente. Sobresalen dos libros de texto *Einführung in die Mineralogie* (1949), con una segunda edición de 1968, trasladada al inglés y al francés. En *Die Entstehung der Gesteine* (1939), libro publicado en coautoría con Barth y Eskola, Correns describió la formación de rocas sedimentarias, de un modo moderno y novedoso, que hizo uso de las técnicas cuantitativas desarrolladas en sus investigaciones. Sus mejores obras editas son: *Adsorptionsversuche mit sehr verdünnten Kupfer- und Bleilösungen und ihre Bedeutung für die Erzlagertstättenkunde* y *Die Bedeutung der Adsorption für die Bildung syngenetischer Erzlagertstätten* (1924); *Über Verkeiselerung von Sedimentgesteinen* (1925); *Über einen Basalt vom Boden des Atlantischen Ozeans und seine Zersetzungsrinde* (1930); (con W. Schott) *Vergleichende Untersuchungen über Schlamm- und Aufbereitungsverfahren von Tonen* (1932); *Die Sedimente des äquatorialen Atlantischen Ozeans. 1. Lieferung. Die Verfahren der Gewinnung und Untersuchung der Sedimente* (1935); *Die Sedimente des äquatorialen Atlantischen Ozeans. 2. Lieferung. C. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse nach Stationen geordnet. D. Auswertung der Ergebnisse* (1937); *Der Anteil der minerogenen Bestandteile an der Korngrößenverteilung des Globigerinenschlammes. (Nachtrag zu den Ergebnissen der Meteor-Expedition)* (1937); *Zur Frage der Neubildung von Glimmer in jungen Sedimenten. (2. Nachtrag zu den Ergebnissen der Meteor-Expedition)* (1938). *Die chemische Verwitterung der Silikate* (1940); (con W. von Engelhardt) *Röntgenographische Untersuchungen über den Mineralbestand sedimentärer Eisenerze* y *Beiträge zur Geochemie des Eisens und Mangans* (1941); *Die geochemische Bilanz* (1948); *Crystal Growth: Growth and Dissolution of Crystals under Linear Pressure* (1949); *Zur Geochemie der Diagenese. I. Das Verhalten von CaCO₃ u. SiO₂* (1950); *Flüssigkeitseinschlüsse mit Gasblasen als geologisches Thermometer* (1953); *Titan in Tiefseesedimenten* (1954); *The Geochemistry of the Halogens* (1956); *Experiments on the decomposition of silicates and discussion of chemical weathering* (1963); *Diagenese und Fossilisation* (1967); *The discovery of chemical elements. The history of geochemistry. Definitions of geochemistry. Handbook of Geochemistry* (1969); *Titanium. Handbook of Geochemistry* (1978). Corrensita es una esmectita trioctaédrica rómbica, intercalada 1:1 entre vermiculita y clorita, procedente de Maulbronn, Baja Sajonia, Alemania, especie mineral que le fue dedicada por Lippmann en el año 1954.

HELMUT GUSTAV FRANZ WINKLER (1915-1980), petrólogo y mineralogista alemán ampliamente reconocido por sus contribuciones en el campo de la petrología experimental de rocas metamórficas, nació en Kiel y estudió en la Universität Rostock con pasantías de estudio en Tübingen, Alemania y en Saint Andrew, Escocia. En el año 1938 defendió su tesis doctoral “*summa cum laude*” en la Universidad de Rostock bajo la dirección del profesor Correns, sobre la tixotropía de minerales en polvo de tamaños microscópicos. Tras el paréntesis 1938-1944, lapso de la guerra donde sirvió en el Wehrmacht, Winkler ocupó una plaza de investigador asistente en el Mineralogisches Institut de la Georg-August-Universität Göttingen, del cual era director el profesor Correns, trabajando sobre análisis en cristalografía estructural. En 1950 publicó su libro *Struktur und Eigenschaften der Kristalle*, con una segunda edición en 1955. Su talento como investigador fue reconocido tempranamente con cuatro ofertas de trabajo en tres universidades alemanas (Marburg, München, Saarbrücken) y una inglesa (Leeds). Eligió Marburg y entre 1951 a 1962 fue profesor de tiempo completo y director del Mineralogisches Institut der Universität Marburg investigando sobre la estructura de minerales de las arcillas, cerámicas y materiales sintéticos. Hacia 1955 orientó sus trabajos a la síntesis de minerales bajo altas presiones para estudiar los efectos del metamorfismo de alto grado en la paragénesis mineral. Investigó el comportamiento de sistemas minerales, con tres y cuatro componentes, construyendo un laboratorio reconocido como pionero en la petrología experimental metamórfica. Introdujo nuevos métodos para investigar los sistemas multicomponentes derribando mitos basados en simplificaciones inválidas. La mayor parte de su trabajo versó sobre granitoides, granulitas, gneises y migmatitas explorando el sistema Qz-Ab-Or-An-H₂O. Winkler vió la importancia de los magmas graníticos anatéticos en el emplazamiento de granitos, granodioritas y tonalitas en la corteza terrestre, por fusión de protolitos sedimentarios bajo las condiciones físico-químicas imperantes durante el metamorfismo regional de alto grado. Su libro más destacado reúne estos hallazgos de un modo didáctico excepcional, *Petrogenesis of Metamorphic Rocks* apareció en alemán pero se hicieron cinco ediciones, corregidas y aumentadas, que fueron traducidas a varios idiomas: inglés, francés, ruso, español y portugués. El valioso aporte de Winkler a las Ciencias de la Tierra fue reconocido en 1977 con la medalla Abraham-Gottlieb-Werner de la Deutsche Mineralogische Gesellschaft (DMG), la medalla Hans-Stille de la Deutsche Geologische Gesellschaft (DGG) y luego con numerosas distinciones en todo el mundo, donde fue fellow de la Mineralogical Society of America, miembro honorario del Geological Society of America, miembro plenario de la Academia de Ciencias en Göttingen, miembro de la Academia de Ciencias de Austria y de la Geological Society of Finland, miembro honorario de la Geological Society of Belgium y de la Geological Society of London, y miembro asociado de la Société Géologique de France. Entre sus mejores trabajos publicados se aprecia *Struktur und Eigenschaften der Kristalle* (1950); *Die Polymorphic des K₂Li [AlF₆]*. *Betrachtungen zur Polymorphie I*, *Struktur und Polymorphic des Eukerpytits (Tief-LiAlSiO₄)*. *Betrachtungen zur Polymorphic II* y *Bedeutung der Korngrößenverteilung und des Mineralbestandes von Tonen für die Herstellung grobkeramischer Erzeugnisse* (1954); (con R. Euler) *Über die Viskositäten von Gesteins und Silikatschmelzen* y *Hydrothermale Metamorphose karbonatfreier Tone — Experimentelle Gesteinsmetamorphose I* (1957); (con H. von Platen) *Bildung von anatektischen Schmelzen bei der Metamorphose von NaCl-führenden kalkfreien Tonen — Experimentelle Gesteinsmorphose III* y *Über die Frostbeständigkeit von Dachziegeln* (1958); (con H. von Platen) *Ultrametamorphose kalkhaltiger Tone. Experimentelle Gesteinsmetamorphose III* (1960); (con H. von Platen) *Bildung anatektischer Schmelzen aus metamorphisierten Grauwacken. Experimentelle Gesteinsmetamorphose IV* y *Experimentelle anatektische Schmelzen und ihre petrogenetische Bedeutung — Experimentelle Gesteinsmetamorphose V* (1961); *Genese von Graniten und Migmatiten auf Grund neuer Experimente* (1961); (con E. Althaus) *Einfluss von Anionen auf metamorphe Mineral-Reaktionen. Experimentelle Gesteinsmetamorphose VI* (1962); *Viel Basalt und wenig Gabbro — wenig Rhyolith und viel Granit* (1962); *Das T-P Feld der Diagenese und niedrigtemperierte Metamorphose aufgrund von Mineralreaktionen* (1964); *Der Prozess der Anatexis: Seine*

Bedeutung für die Genese der Migmatite (1966); *Wandel auf dem Gebiet der Gesteinsmetamorphose* (1968); *Abolition of Metamorphic Facies, Introduction of the four Divisions of Metamorphic Stage, and a Classification based on Isograds in Common Rocks* y *Einige Probleme der Gesteinsmetamorphose* (1970); (con S. K. Sen) *Nomenclature of granulites and other high-grade metamorphic rocks* (1973); *Temperaturen und Drucke bei der regionalen Metamorphose. Prinzipielle und praktische Hinweise* (1976); y *New aspects of granitic magmas* (1978). Es lamentable que winklerita sea hoy un mineral desacreditado, pues el mineralogista inglés Max Hutchinson Hey (1904-1984), al servicio del British Museum of Natural History y autor de un conocido *Index of Minerals*, comprobó su identidad con una mezcla de heterogenita, malaquita y farmacolita en 1962. Por fortuna, en el año de su deceso y en su memoria, Süsse y Schnorrer-Köhler nominaron helmutwinklerita al arseniato triclinico de plomo y zinc con dos moléculas de agua de cristalización descubierto en la mina Tsumeb, Namibia, África. Acosado por la enfermedad, Winkler se vio forzado a un retiro prematuro de su laboratorio en el año 1976, pero participó de eventos académicos hasta dos meses antes de su muerte al recibir el doctorado *honoris causa* por la Universität Karlsruhe (1980).

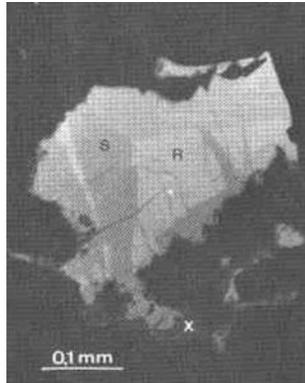
El petrólogo y mineralogista alemán WERNER SCHREYER (1930–2006) se distinguió internacionalmente por la investigación en mineralogía de alta presión en sistemas silicatados, en la petrología de rocas metamórficas de alto grado y el ultrametamorfismo cortical. Nació en la ciudad de Nürnberg, Baviera. Luego de recibir su escolaridad básica, entre 1950 a 1955 cursó estudios de geología en las Friedrich-Alexander-Universität Erlangen y Ludwig-Maximilians-Universität München, en esta última universidad se graduó con el trabajo *Das Moldanubikum um Vilsb Hofen in Niederbayern* defendido como tesis de doctorado (1957). Entre 1958 a 1962 optó por una pasantía de perfeccionamiento en el Geophysical Laboratory de la Carnegie Institution de Washington D.C. bajo la guía de los petrólogos Hatten Yoder Jr. y Frank Schairer. Al retornar ocupó un cargo de auxiliar de investigación (wissenschaftlicher Assistent) en el Mineralogisch-Petrographischen Institut de la Christian-Albrechts-Universität Kiel (1962). Al año siguiente defendió con éxito su habilitación docente con el trabajo *Zur Stabilität des Ferrocordierits* (1963). La inspiración de su pasantía americana y su visión de los problemas mineralógicos relativos a la petrología experimental se plasmaron con su acceso a la titularidad docente como profesor ordinario de Petrología en la Fakultät für Geowissenschaften de la Ruhr-Universität Bochum en el año 1966. Allí fundó el famoso centro de investigación mineral bajo alta presión (Hoch- und Höchstdrucklabor der Institut für Mineralogie), lugar de trabajo por el resto de su carrera académica y fuente de atracción en jóvenes graduados de muchos países allí convocados por el talento de su dirección. Se retiró en el año 1996 y continuó la tarea de investigación en calidad de profesor emérito casi hasta su final en Bochum, tras breve lucha con un cáncer fulminante. Schreyer enfrentó sus investigaciones con una cuidadosa preparación de fundamentos teóricos, observaciones de campo y su habilidad natural para elucidar los factores trascendentes. Es así que parte considerable de sus 250 artículos publicados han abierto caminos fértiles para nuevos e importantes estudios. Desde su época en el Geophysical Laboratory, cuando Frank Schairer le señaló la importancia de la estabilidad mineral en el sistema químico $MgO-Al_2O_3-SiO_2$, y con su trabajo de tesis que llamó su atención al comportamiento de cordierita en el basamento metamórfico de alto grado como un eventual indicador petrogenético, la investigación en el sistema estructural de la indialita hexagonal vs cordierita rómbica, con sus diferentes índices de distorsión, fue uno de sus objetivos. Emergió el comportamiento de los canales estructurales en cordierita para la circulación de agua, gases y elementos livianos de baja valencia y radios iónicos, como sodio, litio y berilio, estudios que se aplicaron luego a la investigación en zeolitas y en el metasomatismo de las rocas sometidas al hidrotermalismo en condiciones especiales de soterramiento cortical. El estudio de geobarómetros y geotermómetros útiles prosiguió en los variados minerales metamórficos que acompañan a la cordierita en paragénesis magnesianas de diferentes ambientes (carfolita-Mg, estaurolita-Mg, kornerupina, osumilita, safrina, sursassita-

Mg, yoderita). En el año 1972, un viaje a Afganistán a los depósitos de lapislázuli de Sar e Sang en Badakshan, le dió la clave a la comprensión de los fenómenos de diaforesis en condiciones de ultrametamorfismo. Halló masas de cristales centimétricos de cianita azul-verdosa en una matriz de talco que reforzó su certeza en el significado de los esquistos blancos en ambientes corticales de bajo grado geotérmico, en donde la ruptura de cordierita = muscovita + talco tiene lugar, según sus experimentos en el sistema $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$, a unos 600 MPa. La subducción y la exhumación de las rocas en la corteza siguen esas reacciones en los diagramas isotérmicos donde los esquistos blancos con cianita representan la estabilidad de la corteza fría inferior en las proximidades del manto. La formación de coronas de reacción de cordierita + corindón envolviendo cianita, documentaría el metamorfismo retrógrado de estas rocas por exhumación hacia niveles corticales medios y superiores. Gracias a sus investigaciones aumentó la comprensión del ultrametamorfismo cortical, observado en varios cinturones orogénicos del planeta, con el hallazgo posterior de microdiamantes en gneises y migmatitas. También avanzó en una línea de mineralogía experimental con el papel estructural desempeñado por el boro en los diferentes borosilicatos, como en las turmalinas, al incorporar unidades moleculares planas BO_3 o tetraédricas BO_4 en función del ambiente y del gradiente geobárico. Las sobresalientes cualidades de Schreyer en calidad de maestro e investigador lo ubicaron de referente natural en la llamada Escuela de Petrología de Bochum, en la cual dirigió docenas de tesis doctorales y albergó a otros tantos colegas que decidían invertir en Bochum su año sabático. Perteneció a numerosas instituciones académicas como miembro de número en la Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften (1973), Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (1983), Österreichische Akademie der Wissenschaften (1985), Academia Nazionale dei Lincei (1987), Academia Europea (1990) y Académie Royale de Belgique (1995). Miembro honorario de la Mineralogical Society of Great Britain and Ireland (1989). Recibió otros tantos premios y reconocimientos, donde se destaca la Roebling Medal de la Mineralogical Society of America (2002), como también doctorados honorarios de la Universität Hannover (Alemania, 1991) y de la Université de Liège (Bélgica, 1995). En medallas también honrado con la Friedrich-Becke Medal de la Österreichische Mineralogische Gesellschaft (1989), la Abraham-Gottlob-Werner Medal de la Deutsche Mineralogische Gesellschaft (1991), y la Gustav-Steinmann-Medaille de la Deutsche Geologischen Vereinigung (2003). Desempeñó cargos de conducción en Deutsche Mineralogische Gesellschaft (DMG, 1971-1973), como senador en la Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (1999-2002), en la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) y en la Alexander-von-Humboldt Stiftung; presidente de la Alfred-Wegener-Stiftung (1982-1983), chairman de la Commission on Experimental Petrology at High Pressures (1971-1992), y de consejero en la International Mineralogical Association (IMA, 1994-2006). Patrocinó valiosas iniciativas en programas científicos de la DFG como la fundación del grupo de trabajo sobre "High-pressure metamorphism in nature and experiment" en la Ruhr-Universität Bochum (1991-1996), los programas alemanes DEKORP y KTB para sondeos continentales profundos y un programa de geoquímica y geofísica experimentales ubicado en el Bayerisches Geoinstitut de Bayreuth (1986). Publicó manuales de enseñanza muy apreciados por sus estudiantes y el eje central de sus investigaciones, la cordierita y las demás fases cristalinas en su sistema MASH ($\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$) predilecto, vió la reedición temprana y personal de la muy celebrada *The Cordierite Trilogy* que reunió tres trabajos clásicos: *Solid solutions in synthetic cordierite and their stability relations* (1964); *Compositions of natural cordierites and their dependence on PTX during rock-forming processes* (1965) y *Polymorphism* (1966), correspondientes a respectivas ediciones alemanas *Synthetische und natürliche Cordierite I, II und III* de esos años, en sentida y necesaria traducción. Otros de sus selectos artículos publicados son: *Compositions and structural states of anhydrous Mg-cordierites: A reinvestigation of the central part of the system $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$* (con Schairer, 1961); *The system Mg-cordierite-H₂O and related rocks* (con Yoder, 1964); *High-pressure phases in the system $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$* (con Seifert, 1969); *Kyanite-talc schist from Sar-e-Sang, Afghanistan* (con Kulke,

1973); *Peraluminous sapphirine as a metastable reaction product in kyanite-gedrite-talc schist from Sar e Sang, Afghanistan* (con Abraham, 1975); *Whiteschists: Their compositions and pressure-temperature regimes based on experimental, field, and petrographic evidence* (1977); *Synthesis and crystal chemistry of kornepupine in the system MgO-Al₂O₃-SiO₂-B₂O₃-H₂O* (con Werding, 1978); *Metamorphism of crustal rocks at mantle depths: high-pressure minerals and mineral assemblages in metapelites* (1985); *Pre- or synmetamorphic metasomatism in peraluminous metamorphic rocks?* (1987); *Experimental studies on metamorphism of crustal rocks under mantle pressures* (1988); *Ultradeep metamorphic rocks: The retrospective viewpoint* (1995); *High-pressure experiments and the varying depths of rock metamorphism* (1999). El mineral schreyerita es un polimorfo monoclinico del óxido doble de vanadio y titanio -V₂Ti₃O₉- asociado con rutilo en un gneis muy deformado en una paragénesis de cianita, sillimanita, turmalina y kornepupina, en depósitos del Kwale District, al sur de Voi, Kenia, África; en donde kornepupina vanadinífera verde esmeralda, de una calidad gemológica, fue descubierta, explotada y comercializada desde la década del 70 en el siglo pasado. La nueva especie fue estudiada y nominada en homenaje a Werner Schreyer por Medenbach y Schmetzer en el año 1978.



Werner Schreyer (1930-2006)



Schreyerita y rutilo, Kenia, África



Carlos Gordillo (1925-1984)

Resulta muy oportuna la última semblanza para recordar otro prestigioso petrólogo y mineralogista argentino CARLOS ERNESTO GORDILLO MALDONADO (1925-1984) pues ambos fueron coetáneos, con idéntica fascinación por los problemas de las rocas metamórficas en los basamentos cristalofílicos antiguos, y ambos tropezaron con su hado existencial en el común denominador de la cordierita. Gordillo nació en Villa Ascasubi, en la provincia de Córdoba, y transcurrió su niñez entre las montañas y minerales de La Rioja, en Chilecito, donde cursó su escolaridad básica. Su vocación por los minerales y las rocas lo llevó a estudiar Geología en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, institución que registró su graduación en 1947 y recibió su doctorado en Ciencias Naturales, especialidad en Mineralogía y Geología seis años más tarde (1953). La química de los minerales y las rocas fue el núcleo duro de su meritoria carrera de investigador. En este sentido siguió los pasos de los pioneros -Martin Klaproth, Jöns Berzelius, Franz von Kobell, Augustin Damour- sobresaliendo como analista excepcional, agudo observador, muy hábil en la química analítica inorgánica aplicada al mineral con aquellos métodos cuantitativos clásicos de la vía húmeda. Desempeñó cargos docentes auxiliares en el Departamento de Geología de la Universidad de Córdoba hasta 1952, año en que ingresó al plantel profesional de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Entre los años 1952 a 1965 ocupó el cargo de Jefe de Laboratorio de la Planta de la CNEA en Córdoba y al retirarse fue nombrado Asesor *Ad Honorem* de la empresa rectora de los recursos nucleares argentinos. Como becario posdoctoral de la Alexander von Humboldt Stiftung, entre los años 1959 y 1960, estudió Petrología con el profesor Gerald Rein

y Geoquímica con la profesora Paula Hahn-Weinheimer en la Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, de Alemania. En 1962 fue designado profesor titular de Petrología en la Universidad Nacional de Córdoba en dedicación de tiempo parcial compartido con CNEA. A partir del año 1965 ganó la cátedra de Petrología de esa universidad en calidad de profesor titular ordinario de tiempo completo y a partir del año 1978 ingresó en la carrera del investigador en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas con lugar de trabajo en su cátedra, posición en la cual lo sorprendió la muerte tras una obstinada e inútil resistencia frente a un cáncer de pulmón. La primera etapa de sus investigaciones comprendió la mineralogía determinativa de las muestras a identificar en los laboratorios de la CNEA, en general estudios sobre minerales radiactivos con uranio y torio (óxidos, sulfatos, fosfatos, vanadatos y silicatos). En petrología dedicó su tiempo inicial al estudio del metamorfismo de contacto entre aplitas y calizas cristalinas (mármoles) y en especial al estudio del volcanismo en las Sierras Pampeanas de Córdoba, donde consiguió resultados destacados al caracterizar la asociación basáltica olivínica alcalina de la Sierra Chica y su evolución a partir de un magma básico contaminado con las rocas graníticas y metamórficas del basamento. Su investigación contribuyó a corregir la asignación previa al Triásico de estas vulcanitas, que luego registraron edades geocronológicas que pertenecen al Cretácico. El estudio abarcó la asociación volcánica calcoalcalina miocena que asoma en la Pampa de Pocho del departamento homónimo. En una segunda etapa Gordillo abordó el estudio de las rocas plutónicas y metamórficas del basamento de las Sierras Pampeanas en Córdoba, caracterizadas geológica y petrográficamente desde Stelzner a Olsacher. La primera identificación positiva de cordierita en las rocas del basamento en las sierras de Córdoba emergió de la petrografía realizada por Juana Rossi de Toselli, a la sazón auxiliar docente y asistente de investigación en la cátedra de Petrología de Córdoba, hoy profesora titular de Geoquímica en la Universidad Nacional de Tucumán, y su resultado fue publicado en 1969 por Gordillo y Rossi. En 1971, Juan Carlos Mirré describió en la Sierra de Valle Fértil, en San Juan, un basamento compuesto por gneises cordieríticos e hipersténicos, con granate y microclino. La interpretación se atribuyó, en ambos casos, a la acción de un metamorfismo de baja presión, tipo Abukuma, por cuanto aún no se conocía la estabilidad de cordierita en los diagramas isotérmicos y en distintos ambientes. Gordillo realizó un mapeo algo detallado del basamento en Córdoba para identificar sus fajas de elongación submeridiana de varios macizos migmatíticos cordieríticos con distinta historia geológica aparente y donde el significado esquivo de la cordierita en sus diferentes paragénesis era por demás incierto, y ya no permanece así de alguna forma. Nunca escatimó esfuerzos para estar al día con el fundamento teórico que podía iluminar estos problemas y jamás los estudió fuera del ámbito de las Sierras Pampeanas cordobesas, al entender que la gran complejidad de los problemas presentes en ese marco geográfico restringido ya ameritaba la dedicación de varias vidas de un investigador esforzado y prolijo. Así en 1971 publicó con sus colegas Kitaro Hayase y Edgardo Gelós, de la Universidad Nacional de Sur, la composición química, las propiedades ópticas y el índice de distorsión de las cordieritas, en tres afloramientos cordobeses, por cuanto el primer colega aportó su experiencia con el cálculo de las cordieritas en el par de cinturones apareados del metamorfismo regional japonés. El hallazgo de una cordierita –roca formada en un 80% de cordierita– en vecindades del plutón granítico de El Pílon, cerca de Villa de Soto, Córdoba, y la necesidad de obtener buenos geotermómetros y geobarómetros al controlar las condiciones de emplazamiento de las rocas cordieríticas, lo motivó a asociarse también con Werner Schreyer de la Ruhr-Universität Bochum y con Carlos Rapela de la Universidad Nacional de La Plata, hacia la segunda mitad de los 70. Los estudios conjuntos dilucidaron la petrogénesis de las migmatitas con cordierita en la corteza de Córdoba y demostraron que las cordieritas de Soto son una consecuencia local del metasomatismo básico extremo derivado de un frente geoquímico magnesiano, a partir de plutones especializados, donde el episodio cortical originó cordierita enriquecida en berilio y sodio. También que las paragénesis cordierita-granate-

feldespato potásico en migmatitas no garantizan condiciones de baja presión, como sucede en Japón, y la estabilidad de cordierita en diagramas isotérmicos es más amplia, como acontecería en Córdoba. Gracias a su tesón hoy sabemos que el basamento de Sierras Pampeanas en Córdoba se consolidó en el Precámbrico y responde a la localización de terrenos contrastados en sus propiedades, niveles estructurales e historia geológica, con relaciones entre sí todavía enigmáticas y emplazamiento de generación en general más profundo al oriente respecto de las migmatitas occidentales. Carlos Gordillo fue un maestro ejemplar para todos los que fuimos sus alumnos, no solamente por la calidad y actualización de sus clases, sino por el austero arquetipo de científico positivista comprometido con un ideal superior que transmitía su trabajo sereno, silencioso y cotidiano. Recibió varias distinciones: en 1968 al ser nominado miembro titular de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba; fue miembro honorario de la Asociación Geológica Argentina (1980), miembro del Directorio del Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Provincia de Córdoba (1981-1983) y miembro de Comisión Asesora Ciencias de la Tierra del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (1984). Entre sus publicaciones destacan *Algunas uraninitas y pechblendas de la República Argentina* (con otros, 1957); *Titanitas radiactivas de la Sierra de Córdoba (Argentina)* (1958); *Pechblendas con alto contenido de circonio de Guandacol, La Rioja* (con otros, 1959); *Geología y petrología del extremo norte de la Sierra de los Córdobes, Córdoba* (con Lencinas, 1967); *Un nuevo estudio sobre la helvina de Casa La Plata, Córdoba* (1968); *Perfil geológico de la Sierra Chica de Córdoba en la zona del río los Molinos, con especial referencia a los diques traquibasálticos que la atraviesan* (con Lencinas, 1969); *Composición y propiedades físicas de la cordierita en las migmatitas graníticas de la Sierra de Córdoba, República Argentina* (con otros, 1971); *Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis* (con Lencinas, 1972 y 1979); *Contribución a la petrología del basamento cristalino de la Sierra de Córdoba* (1973); *Las rocas cordieríticas de Orcoyana y Cerro Negro, Soto, Córdoba* (1974); *Hallazgo de genthelvita en el Cerro Blanco, Tanti, Córdoba* (con Gay, 1976); *Scapolite veins in a quartz monzodiorite stock from Los Molles, Mendoza* (con otros, 1977); *Observaciones sobre la petrología de las rocas cordieríticas de la Sierra de Córdoba* (1979); *A new Na-Be-cordierite from Soto, Argentina and the relationship between distortion index, Be content and state of hydration* (con Schreyer y Werding, 1979); *Coefficientes de partición de litio, rubidio y estroncio entre cordierita y granate paragenéticos* (con Rapela, 1981); *Geocronología y petrografía de las vulcanitas terciarias del departamento Pocho* (con Linares, 1981); *Las especies minerales de la República Argentina* (con otros, 1983); *Migmatitas cordieríticas de la Sierra de Córdoba, condiciones físicas de la migmatización* (1984). La mineralogía sistemática le reconoce las nuevas especies minerales huemulita (con otros, 1966) y sanjuanita (con otros, 1968).

La mineralogía y las nuevas Ciencias de la Tierra en el siglo XX

El avance de la ciencia entre los siglos XIX y XX generó disciplinas nuevas con raíces en la química, la física, la mineralogía y la astronomía, las cuales configuran hacia 1920 ciencias independientes como la geoquímica, la astrofísica y la cosmoquímica. La exploración directa del espacio exterior, a partir de la segunda mitad del siglo XX, transformó la geología en planetología comparada. El conocimiento creciente sobre los diferentes núclidos de la materia, la nucleosíntesis estelar de los elementos químicos y la composición promedio de las estructuras mayores, en los numerosos objetos astrofísicos observados, alimenta el notable desarrollo de las nuevas ciencias. El químico nacido en Boston y considerado el padre americano de la geoquímica, FRANK WIGGLESWORTH CLARKE (1847–1931), fue el primero en calcular la composición de la corteza terrestre en términos de abundancia relativa promedio de elementos químicos (1889). Enseñó química y física en la Howard University de Washington D.C. (1873-1874) y en la University of Cincinnati (1874-1883). Fue jefe del laboratorio químico del U.S. Geological Survey (1883-1931) y conservador honorario de las colecciones minerales del U.S. National Museum (1883-1924). Publicó su gran obra *The Data of Geochemistry* en 1908,

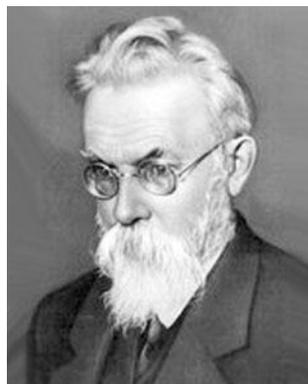
libro que vio cinco reediciones actualizadas. También escribió *The Constants of Nature. Part I. Specific Gravity for Solids and Liquids* (1888), *The Meteorite Collection of the U.S. National Museum: A Catalogue of Meteorites* (1889), *The relative abundance of the chemical elements* (1892), *The composition of the earth's crust* (con Washington, 1925). Fue reconocido por su meritorio trabajo en recalcular los pesos atómicos de los elementos químicos y comisionado por el gobierno para estudiar la enseñanza de las ciencias en Estados Unidos, publicando su recomendación oficial en *Report on the teaching of chemistry and physics in the United States* (1878). Hoy la Geochemical Society otorga el F.W. Clarke Award a los geoquímicos notables y el clarke es la unidad de abundancia para los núclidos en la corteza terrestre. En su memoria Ross *et al.* denominaron clarkeíta al mineral hallado en la mina Deer Park, Carolina del Norte, en el año 1931.



Frank W. Clarke (1847-1931)



V. Moritz Goldschmidt (1888-1947)



Vladimir I. Vernadsky (1863-1945)

El geólogo y químico suizo VIKTOR MORITZ GOLDSCHMIDT (1888-1947), si bien nació en Zürich, se movió en su agitada y productiva vida académica entre varias ciudades europeas (Amsterdam, Heidelberg, Oslo, Göttingen, Londres) como el reconocido fundador de la geoquímica moderna. Su labor se destacó en la aplicación de la termodinámica al balance químico entre minerales y rocas con el concepto de coeficiente de partición, en la clasificación geoquímica de los elementos por sus afinidades y distribución en la naturaleza y en el estudio del ciclo geoquímico detallado de numerosos elementos químicos. Su padre, Heinrich Jacob Goldschmidt, al ocupar la cátedra de físico-química en la Universidad de Oslo, lo llevó a esa ciudad en el año 1901. El joven Viktor estudió y se doctoró por la universidad de Oslo desarrollando el tema *Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet* (1911), con el cual impuso una visión moderna de las rocas metamórficas, la evolución del metamorfismo y la aplicación de la regla de las fases de Gibb en sus minerales. A la edad de 26 años fue director del Instituto de Mineralogía de la Universidad de Oslo (1914). Su concepto de las facies metamórficas (1921) surgió de sus trabajos de campo en el sur de Noruega y fue editado en cinco monografías como *Geologisch-petrographische Studien im Hochgebirge des südlichen Norwegens* entre 1912 a 1921. Este concepto fue desarrollado en forma independiente por PENTTI ECLIS ESKOLA (1883-1964) en el macizo de Orijärvi en Finlandia y por GEORGE BARROW (1853-1932) en las tierras altas de Escocia, en total tres áreas con metamorfismo regional progresivo. En 1917 estuvo a cargo de la comisión de materias primas de Noruega y hacia 1921 logró equipar su laboratorio en Oslo con las últimas técnicas de espectrografía y de rayos X. Se aplicó a la investigación de los lantánidos y las tierras raras descubriendo las reglas de Goldschmidt (1937) que describen el comportamiento iónico en las soluciones sólidas sustitucionales de la cristalografía mineral. Descubrió el fenómeno conocido como “contracción lantánida” y aceptó cubrir la plaza de profesor de la cátedra de mineralogía y petrología en la Universidad de Göttingen (1929), un

período muy productivo para la geoquímica en su carrera académica. A partir de 1923 escribe su obra monumental *Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente* cuyo noveno tomo publicó en 1937. Otros trabajos éditos son: *Ueber das Wöhlersche Cyanstickstoffitan* (1927); *Elemente und Minerale pegmatitischer Gesteine*; *Ueber das Vorkommen des Germaniums in Steinkohlen und Steinkohlenprodukten* (1930); *Zur Geochemie des Galliums*; *Zur Kristallchemie des Germaniums*; *Zur Geochemie des Skandiums* (con Cl. Peters, 1931); *Isomorphie von Boraten und Karbonaten*; *Zur Geochemie des Berylliums*; *Zur Geochemie des Bors*; *Zur Geochemie der Erdmetalle* (con Peters y Hauptmann, 1932); *Zur Geochemie der Alkalimetalle* (con Peters, Hauptmann y Bermann, 1933); *Zur Geochemie des Selens* (con O. Hefter, 1933); *Zur Kenntnis der Troilit- Knollen der Meteoriten. Ein Beitrag zur Geochemie von Chrom, Nickel und Zinn* (con Peters, 1933). En la segunda guerra mundial y desde Inglaterra, reunió la experiencia de las últimas décadas al escribir su libro *Geochemistry*, editado post-mortem (1954). Goldschmidt fue electo miembro extranjero de la Geological Society of London (1931) y miembro honorario de la Mineralogical Society (1933). Recibió la Wollaston Medal (1944) y un doctorado *honoris causa* en leyes por la University of Aberdeen. En 1945 fue también elegido miembro honorario de la inglesa Chemical Society. Al presente, la European Association of Geochemistry otorga el premio V. M. Goldschmidt a la excelencia en geoquímica. A partir de 1958, la Deutsche Mineralogische Gesellschaft (DMG) otorga el Viktor-Moritz-Goldschmidt-Preis para distinguir a mineralogistas jóvenes. Desde 1972 la Geochemical Society otorga la Goldschmidt Medal como su premio más alto a la trayectoria científica en la especialidad.

El mineralogista y geoquímico ruso VLADIMIR IVANOVICH VERNADSKY (1863-1945) postuló una evolución geoquímica de la tierra en geoesferas, acuñó el vocablo gnoósfera para la última geoesfera y amplió el concepto de ciclo geoquímico incluyendo la circulación de materia desde la atmósfera a los dominios interiores del planeta y su retorno. Entre 1881 y 1885 estudió geología y química en la Universidad de San Petersburgo, su ciudad natal. En 1888 viajó a Munich, Alemania, para estudiar mineralogía con von Groth y en 1889 trabajó en París con Le Chatelier. A los 26 años ocupó la plaza de profesor de mineralogía y cristalografía en la Universidad de Moscú (1890). En Rusia es considerado el padre de la geoquímica, la cosmoquímica, la biogeoquímica y la radiogeología. Incansable organizador y promotor de las ciencias naturales, fue el primer presidente y fundador de la Academia de Ciencias de Ucrania en Kiev (1918), donde creó el Laboratorio Biogeoquímico (BIOGEL- 1928). Trasladado a Moscú en 1934, actualmente es el Instituto Vernadsky de Geoquímica y Química Analítica. A los pocos años que Antoine Henri Becquerel (1852–1908), Marie Curie (1867-1934) y Pierre Curie (1859-1906) descubrieran la radioactividad en Francia, Vernadsky fundó en 1909 el primer laboratorio radiológico ruso, el Radium Institute, construyendo el primer ciclotrón (1932) y el primer equipo soviético productor de agua pesada en BIOGEL (1935). Fue hábil explorador de los recursos naturales de Rusia, esencial al delimitar sus reservas minerales radiactivas estratégicas y el plan nuclear ruso que convirtió a la Unión Soviética en una superpotencia luego de su muerte. Paradójicamente fue precursor del cuidado ambiental, el primero en advertir la influencia de la vida en la evolución de la atmósfera y sostener una visión ecológica de la Tierra similar a Gaia, ese concepto occidental y muy posterior de James Lovelock (1974) y Lynn Margulis (1982). Miembro de la Academia de Ciencias de San Petersburgo desde 1906 y de la Academia de Ciencias de Rusia desde 1912, fue profesor visitante invitado de geoquímica en la Universidad de la Sorbona, en París, entre los años 1922 y 1925. Sus obras más importantes son: *Geochemistry* (1924); *The Biosphere* (1926); *Essays on Geochemistry and the Biosphere* (1932); *The Chemical Structure of the Earth's Biosphere and Its Environment and Scientific Thought as a Planetary Phenomenon* (en dos tomos, 1936); *A Few Words about the Noosphere* (1943). Dos minerales le fueron dedicados: vernadita, hidróxido hexagonal de manganeso, hierro, calcio y sodio hallado en Kusimovsk, en la parte sur de los Urales y

propuesto por Betekhtin en 1940; y vernadskita, sulfato de cobre que resultó un pseudomorfo de antlerita según dolerofanita y así desacreditado por Mrose en 1961.



Alexander Fersman (1883-1955)



Fersmanita de Khibiny, Kola, Rusia



Georg Sahama (1910-1983)

ALEXANDER EVGENIEVICH FERSMAN (1883-1955), sucesor en Rusia del legado de Mendeleev y Vernadsky, tal vez es el autor ruso más popular en el tema y ocupó un lugar importante en la divulgación general y amplia de la mineralogía y la geoquímica con sus libros *Reminiscencias sobre los minerales* (1940); *Geoquímica Recreativa* (1948) y *Mineralogía Recreativa* (1948), libros que se tradujeron y difundieron en varios idiomas, incluido el castellano. Si bien nació en San Petersburgo, su niñez en las costas del mar Negro estimuló su temprana vocación por los minerales y en sus muy frecuentes excursiones para coleccionarlos llegó hasta Karlovy Vary (Carlsbad), en la antigua Checoslovaquia. Se graduó en el Odessa Classical Gymnasium con medalla de oro para ingresar luego en la Universidad de Novorossisk, Crimea (1901). Su familia se trasladó a Moscú en 1903 y el joven Fersman estudió mineralogía con Vernadsky en la Facultad de Matemáticas y Física de esa universidad. Fue su ayudante dedicado a la goniometría y el cálculo de cristales, publicando siete artículos antes de recibirse en 1907. A partir del año 1908 tomó un postgrado para estudiar con el célebre cristalógrafo Victor Mordechai Goldschmidt en la Universidad de Heidelberg, Alemania. Ambos publicaron en 1911 *Der Diamant*, un clásico artículo conjunto sobre la cristalografía del diamante. En esa época visitó en París a François Lacroix, con quien revisó numerosas pegmatitas y en donde maduró su fascinación eterna y profunda por los minerales de las pegmatitas graníticas de elementos raros. De regreso a Rusia (1912) fue conservador de las colecciones minerales del Museo Geológico de la Academia de Ciencias rusa y director de este Museo entre 1919 y 1930. En ese lapso dictó cátedra de geoquímica en la Universidad de Shanyavsky y colaboró en la fundación de la revista científica *Priroda*, en donde publicó artículos durante toda su carrera. Entre 1919 y 1935 también ocupó la plaza de profesor de geoquímica en la Universidad de Leningrado y fue presidente del Radium Institute de la Academia de Ciencias de la URSS (1922-1926). De 1920 a 1928 presidió el Instituto de Geografía y luego el Instituto de Fotografías Aéreas de la URSS entre 1927 y 1934. A partir de 1915 ingresó en un programa de inventario y mapeo de recursos mineros de la Academia de Ciencias de la URSS y desde 1935 hasta su muerte fue el responsable de la evaluación de los recursos minerales para abastecer a la Unión Soviética. Participó en numerosas campañas de exploración minera en la península de Kola, en las cadenas del Tian Shan, Kyzyl-Kum y Kara Kum, en los Urales y Transbaikalia. Fersman recibió el premio Lenin (1929) y el premio Stalin (1942). Describió y publicó las nuevas especies minerales calcioancilita-Ce, loparita-Ce y yuksporita (1922); murmanita (1923); tangeíta (1925) y allanita-Y (1931). A su vez le dedicaron dos minerales. Uno por Aleksandr

Nikolaevich Labuntsov, fersmanita, sorosilicato monoclinico complejo de calcio, sodio, titanio y niobio hallado en las rocas alcalinas de Khibina, península de Kola (1929). Años más tarde fersmita, óxido rómbico doble de calcio y niobio, un nuevo miembro del grupo de la euxenita recuperado de los montes Urales por Bohnstedt-Kupletskaya y Burova (1946).

El geoquímico, mineralogista y petrólogo finés THURE SAHLSTEIN GEORG SAHAMA (1910-1983), con méritos personales de amplia aceptación internacional, configuró para Finlandia uno de sus puntos más altos en las Ciencias de la Tierra. Mejor conocido como Georg Sahama, de niño adquirió una pasión por los minerales y las rocas que lo acompañaría hasta el fin de sus días, siendo visitante asiduo del departamento de geología en la Universidad de Helsinki al punto de dominar el manejo del microscopio de polarización antes de terminar sus estudios secundarios. Se graduó de geólogo en el año 1930 y en esos años publicó sus primeros trabajos con su maestro Pentti Eskola. Obtuvo en 1934 su Master en ciencias y defendió su tesis doctoral sobre las migmatitas y granulitas de Lapland, en el norte de Finlandia (1936), aplicando en forma original, sobre las rocas precámbricas finlandesas, ideas del austríaco BRUNO SANDER (1884-1979) sobre fábricas y texturas deformadas. Luego se dedica intensamente a la joven disciplina de la geoquímica, tras los pasos de Viktor Moritz Goldschmidt, publicando en suomi su célebre manual *Geokemia* en el año 1947. En una colaboración con KALERVO RANKAMA (1913-1995) profesor de geoquímica en la Universidad de Helsinki, publicaron la edición inglesa *Geochemistry* en 1950, una obra ampliada de gran éxito traducida a varios idiomas, incluido el español, obra que contribuyó más que ninguna otra a difundir la geoquímica fuera de Europa. En la década de los años 40 Sahama tomó una pasantía fructífera en el Geophysical Laboratory de la Carnegie Institution, Washington DC, para investigar sobre termoquímica y estabilidad mineral. En la década de los años 50 realizó importantes trabajos de campo en África oriental para estudiar el volcanismo hiperalcalino en Virunga y el volcán Niragongo en Kenia, con sus pegmatitas agpaíticas y sus exóticos minerales. Recibió la medalla Eskola de la Sociedad Geológica de Finlandia (1980) y el doctorado honoris causa por la Universidad Libre de Bruselas; además de reconocimientos internacionales al ser electo miembro honorario de las sociedades mineralógicas de Inglaterra, de Irlanda, de Estados Unidos, de la Unión Soviética y de Brasil. También fue nominado miembro extranjero de la Det Norske Videnskapsakademi de Noruega y miembro correspondiente de la Edinburgh Geological Society. Sahama estudió y publicó las nuevas especies minerales combeíta, götzenita y kirschsteinita, (con Hytönen, 1957), panunzita y trikalsilita (con Smith, 1957); delhayelita (con Hytönen, 1959); cerotungstita-Ce (con otros, 1970); andremeyerita (con otros, 1973) y namibita (con von Knorring, 1981). En su homenaje, Jaffe *et al.* nominaron sahamalita-Ce al carbonato monoclinico de cerio, magnesio y hierro de la mina Mountain Pass, California, en el año 1953.

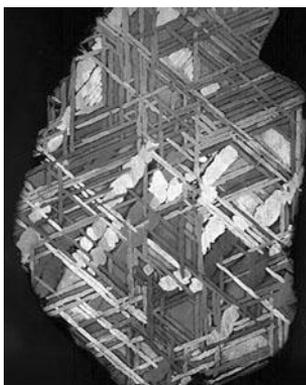
La minerografía o microscopía de menas y su historia

También perteneció al siglo XX la historia de la microscopía de polarización para el estudio de los minerales opacos, aquellos minerales metalíferos que no dejan pasar la luz en sección delgada y no se pueden examinar por refracción en el microscopio petrográfico. La minerografía o microscopía de menas necesitó el diseño de un epiluminador eficaz para proyectar y reflejar verticalmente luz polarizada sobre la superficie pulida horizontal del mineral opaco. Además demandó las técnicas especiales para la confección de máquinas pulidoras capaces de proporcionar un acabado especular, de alta calidad, en probetas pulidas conteniendo minerales de durezas y microestructuras muy contrastadas. La minerografía devino en un apoyo importante a la geología económica de los yacimientos minerales metalíferos y su desarrollo amplió el conocimiento de las especies minerales en las clases 1-

elementos; 2- sulfuros y sulfosales y 4- óxidos e hidróxidos de la mineralogía sistemática, en las cuales predominan los minerales opacos. Técnicas complementarias de fotometría y microdureza adecuadas facilitaron el equipo necesario para definir, en forma cuantitativa, la reflectividad y la dureza en esos minerales. Sin duda los avances tecnológicos en la química analítica instrumental fueron decisivos para obtener análisis químicos de calidad, cuantitativos y puntuales, mediante el empleo del microscopio electrónico y las microsondas analíticas (electrónica, protónica o de iones pesados). Así se pudo establecer la composición de minerales o fases vítreas que forman inclusiones muy pequeñas en otros minerales, con tamaños de pocos micrómetros. El rayo analítico de partículas aceleradas (electrones, protones, iones), utilizado sobre la muestra, tiene una sección transversal próxima a $1 \mu\text{m}^2$ y define un volumen analítico próximo a $1 \mu\text{m}^3$. Esto permite hacer análisis químicos puntuales a través de cristales zonales o en crecimientos autigénicos de diferentes edades sobre muestras sometidas al vacío atmosférico, con presiones inferiores a 0,01 Pa. Es posible citar muy pocos antecedentes decimonónicos tempranos, limitados a la confección de las primeras secciones pulidas en minerales metálicos.



Henry Louis Le Chatelier (1850-1936)



Estructura Widmanstätten



Friedrich Klockmann (1858-1937)

El austríaco ALOIS VON BECKH-WIDMANSTÄTTEN (1754-1849) fue el primero en pulir una sección del meteorito de Agram en 1808 y ver en el hierro nativo la estructura lamelar entrecruzada que hoy lleva su nombre. En 1813 Berzelius pulió un corte de pirrotina observando su intercrecimiento con un mineral blanco, posible pentlandita. Los pioneros de la microscopía de los minerales opacos durante el siglo XIX (Sorby, Baumhauer, Le Chatelier, Klockmann, Campbell, Kemp, Rogers) realizaron las primeras observaciones con instrumental de su propio diseño y construcción. Las empresas alemanas Carl Zeiss de Jena, Winckel de Göttingen y Ernst Leitz de Wetzlar, como así también las fábricas de James Swift & Son en Londres, Reichert en Viena y Bausch & Lomb en Nueva York ofrecieron sus primeros microscopios de polarización al mercado, con epiluminador e iluminación de doble diafragma Köhler, recién en la segunda década del siglo XX. Es posible ubicar hacia esa fecha la difusión general de la técnica de la microscopía de menas en la mineralogía, en coincidencia con la década que vio la edición de sus primeros textos generales: *Die mikroskopische Untersuchung der Erzlagertstätten* (1915) de Georg Berg; *Microscopical Determination of the Opaque Minerals* (1916) de Joseph Murdoch; *Microscopic Examination of Opaque Minerals* (1920) de Willam Myron Davy y Charles Mason Farnham; *Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten, besonders im auffallenden Licht* (1922) de Hans Schneiderhöhn y *Mineragraphy and Ore-deposition* (1925) de Rudolf Willem van der Veen.

El mineralogista y químico alemán HEINRICH ADOLF BAUMHAUER (1848-1926) asistió desde 1858 al colegio en Bonn, su ciudad natal, para luego estudiar matemáticas, química y mineralogía en la universidad, alcanzando su doctorado en 1869. Tras varias pasantías en tareas docentes terciarias, desarrolladas entre los años 1871 y 1895 en las localidades de Göttingen, Frankenberg, Hildesheim y Lüdinghausen, Baumhauer ocupó la plaza de profesor titular ordinario en las cátedras de mineralogía (1895-1925) y de química inorgánica (1907-1925) en la Universität Freiburg, Suiza, ciudad donde murió en 1926. En relación con la microscopía de minerales metalíferos fue el primero en examinar secciones pulidas, en menas de cobre de Chloride, New Mexico, USA (1885); y en menas de cobalto y níquel, de las series skutterudita-níquel skutterudita, procedentes de cuatro yacimientos de Alemania (1886), usando ataques de corrosión sobre las superficies pulidas. Ambas publicadas en *Zeitschrift für Kristallographie* como *Über die mikroskopische Beschaffenheit eines Buntkupfers von Chloride (Neu Mexiko)*; y *Über die Struktur und die mikroskopische Beschaffenheit von Speiskobalt und Chloanthit*. Baumhauerita, una sulfosal triclinica de arsénico y plomo; es el nuevo mineral que le dedicaron Solly y Jackson en 1902, procedente del valle del Binn en Suiza. El químico y metalurgista francés HENRY LOUIS LE CHATELIER (1850-1936) fue muy conocido por sus investigaciones en el campo de la siderurgia y del equilibrio químico, al que aportó en 1888 el llamado "*Principio de Le Chatelier*". Este principio indica que al modificarse un factor del equilibrio químico estático, se produce una reacción que altera este equilibrio hasta tanto no se restablece la estabilidad original por ese factor u otros factores complementarios, entre los que sobresalen la temperatura y la presión. En metalurgia inventó un pirómetro óptico, investigó sobre la química del acero, sus aleaciones y los cementos, aplicando con éxito la microscopía de luz polarizada incidente para examinar los metales por medio del primer microscopio metalográfico. Hijo de una familia de arquitectos e ingenieros, Henry Louis estudió en l'École Polytechnique, en l'École des Mines de Paris de l'Université de France donde en 1875 se graduó de ingeniero, defendió su tesis de doctorado en la Sorbonne sobre cementos en 1887. En 1878 fue profesor de química en l'École des Mines y a partir de 1908 ocupó la cátedra de química orgánica en l'Université de Paris. Se destacó en metalurgia y ayudó a crear la industria del aluminio en Francia. En sus dos libros editados *Sciences et Industries* (1925) y *Méthodes dans les sciences expérimentales* (1936), describió su incansable actividad como científico e incluyó sus experiencias en metalografía microscópica, su concepto de la ciencia industrial y la verdadera revolución en metalurgia que generó entre 1904 y 1914. Integrante de l'Académie des Sciences de Francia (1892) y presidente decano de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale (1895), Le Chatelier fue miembro de numerosas academias de ciencias en el mundo, recibiendo numerosos premios o distinciones científicas y universitarias. Lechatelierita, un polimorfo vítreo natural de la sílice, es la variedad mineral que fuera nominada en su honor por Lacroix en 1915.

El mineralogista alemán FRIEDRICH FERDINAND HERMANN KLOCKMANN (1858-1937), reconocido profesor de mineralogía de la Universidad de Aachen, fue el primero que introdujo las técnicas de microscopía de menas en la Königliche Bergakademie de la Universität Clausthal. Estudió minería en la Bergakademie Clausthal (1877) y dos años más tarde se traslada a la Universität Berlin donde completó estudios de minería, ciencias naturales y filosofía. En 1881 defendió su tesis doctoral en el tema *Beitrag zur Kenntnis der Granitischen Gesteine des Riesengebirges* por la Landesuniversität Rostock. Ingresó durante el año siguiente en el Königlich Preussische Geologische Landesanstalt (Servicio Geológico Imperial Prusiano) de Berlín para trabajar como geólogo y tres años después sucedió a su antiguo maestro Albrecht von Groddeck (1837-1887) en la Bergakademie Clausthal, al asumir la docencia en mineralogía, yacimientos minerales, geología y petrografía. Aquí publicó la primera edición de su afamado manual para la enseñanza *Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie* (1891) y el nuevo mineral

umangita, un seleniuro de cobre procedente de la Sierra de Umango, Argentina (1891). También realizó sus primeras investigaciones en microscopía de menas. Luego de una residencia docente (1894) en la Technische Hochschule Hannover, a partir del año 1899 ocupó la plaza de profesor titular ordinario en la cátedra de Mineralogía y Petrografía por la Technische Hochschule Aachen. Allí trabajó 23 años hasta su promoción a profesor emérito (1923), cuando le sucedieron Hans Schneiderhöhn (1924) y luego Paul Ramdohr (1926) en la misma cátedra de mineralogía de Klockmann. Así por largos años la Universität Aachen fue el centro europeo de la microscopía de polarización para los minerales metalíferos. En el año 1914 von Scotti, un doctorando de Klockmann, publicó las primeras fotomicrografías de las menas piríticas de Río Tinto, España. Entre los años 1917 y 1919 inclusive, Klockmann desempeñó el cargo de *Rektor magnificus* de la Universität Aachen. En 1928 y con motivo de su 70º cumpleaños, fue homenajeado con la nominación de la nueva especie klockmannita, seleniuro cúprico hexagonal e isotípico de covellina, asociado con la umangita procedente de la sierra de Umango, La Rioja, Argentina, mineral que le dedicó Ramdohr, a la sazón profesor titular de mineralogía en Aachen.

El ingeniero de minas RUDOLF WILLEM VAN DER VEEN (1883-1925), joven y malogrado pionero holandés de la microscopía de menas, introdujo la técnica en el Colegio Politécnico de la Universidad de Delft. Ingresó en 1901 en la Universidad de Delft, fue asistente en el Laboratorio de Mineralogía y en 1906 alcanzó su titulación de ingeniero, para realizar su primera experiencia profesional en Argentina (Famatina, 1907) y en Bolivia (Tucsumá, 1908), dentro de la minería del cobre. Durante una década sus trabajos mineros en la exploración y explotación de yacimientos metalíferos lo llevaron por distintas geografías: un campo aurífero en la India, una mina de níquel en Sudáfrica, una mina de plomo y zinc en Linz, Alemania, y hacia 1914, al no poder cumplir por la guerra un contrato para atender sus minas de hierro en Chile, la empresa Müller GmbH lo envió a España para estudiar sus yacimientos ferríferos cercanos a Oviedo y Serón, también en atención a su discreto manejo del idioma español. En 1916 fue nombrado profesor en el Colegio Politécnico de la Universidad de Delft para atender los cursos de geología económica y beneficio de menas, desempeñando una vigorosa actividad docente y de investigación en los nueve años siguientes. Miembro del American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, de la Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa y del Royal Institute of Engineers of Holland, realizó muchos viajes de estudio y enseñanza, con o sin sus alumnos, por España, Inglaterra (South Wales y Cornwall) y Alemania (Harz, Sachsen y Bayern). Van der Veen incorporó la minerografía en Delft hacia 1920, alcanzó a publicar una docena de trabajos, como ser *Origin of the Bilbao, Almería and Santander iron ores* (1922), pero su afamado libro *Mineragraphy and Ore-deposition* (1925) fue editado *post mortem*. Enfermo desde 1912, murió en forma prematura a la edad de 42 años, tras dos cirugías sin fortuna por sus viejos cálculos renales.

El mineralogista alemán HANS SCHNEIDERHÖHN (1887-1962) impulsó la microscopía de polarización con epiluminador para observar los minerales metalíferos opacos en el alba de la técnica y de su desarrollo instrumental. Lo hizo con gran talento y energía, así hoy el Schneiderhöhn Prize es el máximo galardón que otorga la Commission on Ore Microscopy de la International Mineralogical Association (IMA-COM) al cultor destacado en la especialidad. La llamada línea de Schneiderhöhn, una línea luminosa que bordea los granos minerales opacos de diferente dureza en las secciones pulidas bajo luz incidente, análoga a la línea de Becke observada en microscopía entre los minerales transparentes de diferente refracción, lleva el nombre de este genuino pionero. Algunos autores también la llaman línea de Kalb, por el profesor de Göttingen Georg Kalb. Schneiderhöhn fue profesor de mineralogía en la Justus-Liebig-Universität Giessen, entre 1920 a 1924, donde publicó su obra señera *Anleitung zur*

mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten, besonders im auffallenden Licht (1922). Por algo más de un par de años sucedió a Klockmann en la Technische Hochschule Aachen, dejando esta cátedra muy pronto a su amigo Ramdohr para ocupar, a partir de 1926, la titularidad de la cátedra de mineralogía en la Albert-Ludwigs-Universität Freiburg en calidad de profesor titular ordinario, sitio donde transcurrió el resto de su vida académica. Con Ramdohr publicaron dos libros muy importantes en el año 1931: *Lehrbuch der Erzmikroskopie* (con 2da edición en 1934) y *Erzmikroskopische Bestimmungstabellen*, las tablas de identificación de minerales opacos que reemplazaron con rapidez todas las anteriores. Schneiderhöhn recibió muchas distinciones académicas y fue miembro de número en las academias de ciencias de Halle, Göttingen, Heidelberg, Roma, Helsinki y Nueva York, como así también miembro correspondiente en una extensa lista de otras organizaciones científicas. Sus mejores libros publicados incluyen *Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde* (1941); *Entwicklung der mineralogischen und geologischen Erderkenntnis im 19. Jahrhundert* (1948); *Einführung in die Kristallographie* (1949); *Erzmikroskopisches Praktikum* (1952); *Die Erzlagerstätten der Erde* (en dos tomos): I *Die Erzlagerstätten der Frühkristallisation* (1958) y II *Die Pegmatite* (1961). Una cuarta edición ampliada de sus *Erzlagerstätten* (1962) vio la luz editorial el año de su muerte. Schneiderhöhnita, un arseniato de hierro triclinico procedente de Tsumeb, Namibia, es el mineral que le dedicó Ottemann a su memoria en el año 1973.



Paul Ramdohr (1890-1985)

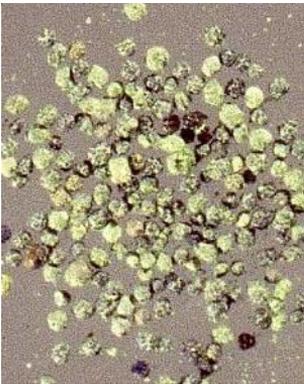
Ramdohrita $\text{Ag}_3\text{Pb}_6\text{Sb}_{11}\text{S}_{24} - \text{P}_{21}/\text{n}$ 

Jean Orcel (1896-1978)

PAUL GEORG KARL RAMDOHR (1890-1985), el indiscutido Erzvater o padre de las menas, apodo que ganó entre los colegas ante su extensa y meritoria obra internacional con los minerales metalíferos opacos. Ramdohr estudió en Heidelberg y en Göttingen mineralogía y geología. Defendió su tesis de doctorado en 1919, por esta última universidad, bajo la dirección del profesor de mineralogía Otto Mügge (1858-1932) y en el tema *Über die Basalte der Blauen Kuppe bei Eschwege*. Tres años más tarde alcanzó su habilitación con el tema *Die Gabbros des Böllsteiner Gebietes* como Privatdozent für Mineralogie und Petrographie en la Königliche Bergakademie de la Universität Clausthal. En el año 1926 sucede a Schneiderhöhn como profesor de mineralogía ordinario en la Technische Hochschule Aachen y hacia 1934 es convocado para ocupar la cátedra de mineralogía en la prestigiosa Friedrich Wilhelm Universität de Berlín. Tras la guerra y con la destrucción total de las colecciones minerales y del instituto en Berlín, Ramdohr declinó un ofrecimiento académico de Australia y aceptó ocupar en 1950 la cátedra de mineralogía en el Mineralogisch-Petrographisches Institut der Ruprecht-Karl-Universität Heidelberg durante la difícil posguerra alemana y en el sitio académico que conservó hasta su muerte, junto a su estrecha relación al Max-Planck-Institut für Kernphysik de Heidelberg. Recibió el grado de profesor emérito en 1960 e inició una serie de viajes de

estudio alrededor del mundo manteniendo siempre su base en Heidelberg. Una de sus pasantías académicas más largas fue en el Geophysical Laboratory, Washington, USA (1960-1964). También en Australia, University of New South Wales, desde donde trasladó el enorme meteorito Mundrabilla II a Heidelberg para su estudio en el Max-Planck-Institut. Hermosas secciones pulidas de este siderito las donó a los museos más importantes del mundo. De la extensa y fructífera vida de Paul Ramdohr no es posible decir sólo que fue el mejor mineralogista de los minerales opacos y la microscopía de polarización de luz incidente, porque también fue un investigador geológico muy completo, de precisa observación y esmerado razonamiento para advertir el dato valioso en una cadena fáctica, con sus genuinos aportes a la metalogía y a la formación de los depósitos minerales antiguos y complejos. En los 25 años que median entre sus arribos a Aachen y a Heidelberg demostró la naturaleza primaria de las menas polimetálicas estratiformes del tipo Rammelsberg en *Über den Mineralbestand und die Strukturen der Erze des Rammelsbergs* (1928), y la certidumbre que menas precámbricas, en terrenos granulíticos o de alto metamorfismo de los escudos continentales, como los yacimientos de Broken Hill (Pb-Zn) en Australia, revelan con sus texturas y paragénesis las transformaciones metamórficas de yacimientos sinsedimentarios originales en *Die Lagerstätte von Broken Hill in New South Wales* (1950). Toda su vida organizó viajes y excursiones con colegas y estudiantes, tanto en Alemania (Harz, Odenwald, Oberpfalz, Ochsenkopf, Bayern) como en el extranjero (Suiza, Tsumeb en Namibia y Bushveld en Sudáfrica), para coleccionar minerales con su martillo pesado “Minna” y centenares de anécdotas que abarcan los tiempos de Clausthal (1921-1925), de Aachen (1926-1934), de Berlín (1935-1950) y de Heidelberg (1951-1970). El joven Karl Hugo Strunz fue su ayudante en los tiempos de Berlín. Ramdohr publicó las nuevas especies minerales klockmannita (1928), herzenbergita (1934), falkmanita (1940), paraguanaujatita (1948), eskebornita y shandita (1949), auricúprido (1950), allargentum (1954), bornhardita, hastita y trogtalita (1955), stilleíta (1956), angelellita y oregonita (1959) y níquel (1967). Entre sus membresías, homenajes y premios cabe citar que fue presidente de la Deutschen Mineralogischen Gesellschaft (1936-1947), miembro de la Academia Prusiana de Ciencias (1937) y de la Heidelberger Akademie der Wissenschaften (1951), obtuvo la medalla Roebbling (USA 1962), fue presidente honorario de la Gesellschaft für Lagerstättenforschung (SGA 1965-1985), también obtuvo las medallas Georg Agricola-Denk Münze por la Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik (GDMB 1970), Penrose Medal (USA 1978) y Leonard Medaille (Francia 1979). Recibió cinco doctorados “*honoris causa*”: Dr. Ing. E. h. por la TU Berlín (1955); Dr. rer. Nat. h.c. por la RWTH Aachen (1960); Ph. D. Es. Sci. por la Université de Nancy (1968); Dr. rer. nat. h.c. por la TU Clausthal (1969) y Dr. en Ingeniería de Minas, h.c. por la Universidad Complutense de Madrid (1973). Sus dos libros más trascendentes son la continuidad de dos obras iniciadas por predecesores y ampliadas magistralmente. El *Lehrbuch der Mineralogie* original de F.F.H. Klockmann (1891), devino en la pulida edición 16°, *Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie* impresa en 1980, de autoría conjunta entre Ramdohr y Strunz. A partir de las dos ediciones originales publicadas con Schneiderhöhn *Lehrbuch der Erz-mikroskopie* (1931 y 1934), Ramdohr inició en 1950 la publicación del célebre *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen*, libro que finalmente vio una edición ampliada en dos tomos *The ore minerals and their intergrowths* (1980). Otros libros seleccionados son *Beobachtungen an opaken Erzen* (1924); *Kristallographie* (con Willy Bruhns 1926); *Lehrbuch der Mineralogie* (con Friedrich Klockmann 1936); *Petrografie* (1955); *Kristallographie* (1965); *The opaque minerals in stony meteorites* (1973), entre docenas de artículos publicados. Actualmente la Deutsche Mineralogische Gesellschaft (DMG) y la Paul-Ramdohr-Stiftung otorgan el Paul-Ramdohr-Preis, dotado de 1.000 Euros, a jóvenes mineralogistas menores de 32 años. El mineral ramdohrita, sulfosal monoclinica de antimonio, plomo y plata procedente de la veta Colorado, mina Guadalupe, Chocaya, Bolivia, fue la nueva especie que le dedicó Ahlfeld en el año 1930.

JEAN ORCEL (1896-1978), miembro de la l'Académie des Sciences de Francia, profesor honorario en el Muséum National d'Histoire Naturelle en París, sucedió a Henry Le Chatelier en la difusión de la microscopía de polarización de minerales opacos y de metales en Francia. Parisino de toda la vida, Orcel estudió en el liceo Henri-IV y esquivando el reclutamiento durante la Primera Guerra Mundial, se licenció en ciencias naturales por la universidad de la Sorbona en el año 1917. Apasionado del estudio de los minerales fue ayudante del profesor Frédéric Wallerant asistiendo a su cátedra de mineralogía en París hasta 1920, año que ingresó de preparador titular en el Muséum National d'Histoire Naturelle de Francia, al servicio del profesor Alfred Lacroix a la sazón secretario perpetuo de la Academia de Ciencias. En 1927 ocupó el cargo de asistente del museo y en 1932 el de subdirector, reemplazando cuatro años más tarde a Lacroix en el sitio de mineralogía del museo, dirección que desempeñó entre los años 1937 a 1967, periodo donde también fue profesor en la cátedra de mineralogía de la Universidad de la Sorbona. La primera época de sus investigaciones mineralógicas la dedicó al grupo de la clorita, tema de su tesis de doctorado (1927). A partir de 1925 y hasta la ocupación alemana de Francia, abordó el estudio de los minerales metalíferos opacos con el microscopio de polarización, describiendo sus propiedades: color, reflectividad, dureza y anisotropía de color e intensidad. Orcel fue el primer investigador en cuantificar la reflectividad de los minerales opacos mediante un reflectómetro de su diseño dotado de una célula fotoeléctrica y un galvanómetro. Sus intereses abarcaron el estudio de la historia de la ciencia, los meteoritos y los minerales radiactivos. En la postguerra, Frédéric Joliot del comisariato francés de la energía atómica le encomendó hacer un inventario de los recursos nucleares en Francia y territorios coloniales de ultramar. Orcel conformó una unidad de prospección, junto a Louis Barrabé, para proveer a la industria nuclear francesa en su fase inicial. De sus trabajos publicados es posible citar: *The methods of microscopic examination of ore minerals* (1925); *Measurement of the reflectivity of opaque minerals with a photo-electric cell* (1927); *Notes on the characters of opaque minerals in polarized light* (1928); *La mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques à l'aide de la cellule photoélectrique et ses applications* (1930), *Détermination des propriétés optiques des cristaux opaques à l'aide du microscope métallographique polarisant* (1934); *L'éclat des minéraux et la mesure de leurs pouvoirs réflecteurs au moyen du microscope photoélectrique* (1935); *Bibliographie minéralogique de la France et de ses anciens territoires d'Outre-Mer de 1913 à 1963* (con S. Caillère, 1964). El mineral orcelita, arseniuro de níquel que forma inclusiones en pentlandita dentro de las serpentinas del macizo de Tiebaghi, Nueva Caledonia, le fue dedicado por Caillère *et al.* en el año 1959.

Orcelita $Ni_{5-x}As_2$ – $P6_3cm$ 

Otmar Friedrich (1902-1991)

Friedrichita $Pb_5Cu_5Bi_7S_{18}$ – $Pb_{21/m}$

El pionero de la microscopía de menas en Austria, OTMAR MICHAEL FRIEDRICH (1902-1991), fue profesor emérito y largos años director del Institut für Mineralogie und

Gesteinskunde de la Montanistische Hochschule Leoben, hoy Montan-Universität Leoben. Nació en Graz donde cursó su escolaridad básica en la Landesoberrealschule, y afrontó las dificultades de sostener con su trabajo precoz el hogar de un padre caído en la Primera Guerra Mundial. Allí conoció al profesor Franz Angel que lo incentivó a continuar con sus estudios en ciencias naturales aplicadas. Trabajando y estudiando en la Technische Hochschule de Graz de aquel tiempo, se recibió de Técnico Químico en el año 1928. En esta escuela técnica se inició con un cargo de ayudante auxiliar de investigación rentado y otro esporádico “*ad honorem*” en Geología detrás de su vocación y graduación, institución donde finalmente se doctoró con un trabajo sobre los depósitos de Waldenstein. Mas tarde defendió su habilitación docente con otro trabajo sobre yacimientos minerales intitulado *Eine alte pegmatitische Erzlagerstätte der Ostalpen (Lamprechtsberg)*. Hacia el año 1936 utilizó un convenio entre las universidades de Graz y Leoben para ocupar un cargo de asistente docente en el instituto de preparación y perfeccionamiento, Universidad de Leoben (Institut für Aufbereitung und Veredelung). Por aquel tiempo tomó pasantías de investigación y perfeccionamiento de varios meses sobre yacimientos minerales en la Academia de Minas de Freiberg y en la Universidad de Leipzig. Al año siguiente ganó por concurso la plaza de profesor ordinario para la cátedra de Mineralogie und Gesteinskunde en la Universidad de Leoben (1937), pero su nombramiento demoró más de quince años, lapso durante el cual continuó con sus trabajos. Contrario al signo político de la época, padeció sus efectos justo en el límite de ser internado en un campo de concentración por disidente. En este difícil contexto se desempeñó como decano electo por sus pares en la Naturwissenschaftlichen Fakultät (1940-1945), mostrando sus mejores atributos de rectitud y humanidad. Sólo después de la Segunda Guerra Mundial logró el nombramiento de profesor interino en 1949 y definitivo de profesor ordinario en 1953. Tras una ejemplar carrera docente y de investigación fue designado profesor emérito (1973), para continuar con su tarea cotidiana de investigación y enseñanza. Friedrich trazó las bases de la metalogenia regional y la caracterización de sus yacimientos minerales en los Alpes orientales, del sur y del macizo de Bohemia, con sus obras *Erzlagerstättenkarte der Ostalpen* (1953), identificando 1400 depósitos minerales y la dirección de la magna obra *Metallogenitische Karte Österreichs* como líder de los estudios metalogénicos en Austria. Motivó a varias cohortes de estudiantes al empleo del microscopio de polarización con luz incidente en la investigación de las menas metalíferas. Publicó 114 artículos científicos en estos temas, para mencionar *Die Erze und der Vererzungsvorgang der Kobalt-Nickellagerstätte Zinkwand-Vöitern in den Schladminger Tauern* (1933); *Zur Geologie der Goldlagerstättengruppe Schellgaden; Wismutglanz und Freigold von Rotgülden; Erzmikroskopische Untersuchung der Manganerze von der Kolsbergeralm (Schwarzsee) in den Radstädter Tauern* (1935); *Ein Beitrag zur Formenkunde des Magnetits: Die Magnetitwürfel der Guisen: Pseudomorphosen nach Eisenkies* (con Angel, 1935); *Überblick über die ostalpine Metallprovinz* (1937); *Die Goldlagerstätte Schellgaden* (1953); *Rückschau auf die Entwicklung der Erzmikroskopie; Mikroskopie in der Technik; Mikroskopische Untersuchung der Erze des Eisens und der Stahlmetalle* (1954); *The History of Ore Microscopy; Microscopic Investigation of the Iron Ore Minerals and of the More Important Minerals of the Steel Alloy Metals* (1966); *Unken bei Lofen - eine sedimentäre Zn-Pb-Lagerstätte in den nördlichen Kalkalpen* (1967); *Erzmikroskopische Beobachtungen an Erzen der Kieslagerstätte Rettenbach'n Pinzgau* (1969); *Kurzer Rückblick auf die Entwicklung der Erzmikroskopie* (1970); *Ergebnisse von Reflexionsmessungen* (con Haditsch, 1970); *Perovskit mit Sulfiden aus der Gardiner-Intrusion bei Kangerdlugssuaq in Ostgrönland* (con Paar, 1982). En su larga y meritoria trayectoria Friedrich recibió numerosas distinciones: el Erzherzog Johann-Forschungspreis des Landes Steiermark y la medalla Ehrenkreuz für Wissenschaft und Kunst 1. Klasse. También la Wilhelm Ritter von Haidinger-Medaille (1982) en calidad de fundador de la publicación periódica *Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt*, auspiciada por el servicio geológico nacional. El mineral friedrichita, sulfosal rómbica de bismuto, cobre y plomo procedente de Habachtal, Salzburg, Austria, le fue dedicada en su homenaje por Chen *et al.* en el año 1978.

En América, el geólogo minero norteamericano JAMES FURMAN KEMP (1859-1926), durante largos años profesor de geología de la Columbia University en la ciudad de New York, fue también un precursor de la microscopía de menas. Entre sus trabajos con cierta aplicación de esta técnica figuran: *The ore deposits of the United States* (1893); *Geological Occurrence and Associates of Telluride Gold Ores* (1898); *Ore deposits of the United States and Canada* (1906); *Ore Deposits at the Contacts of Intrusive Rocks and Limestones, and Their Significance as Regards the General Formation of Veins* (1907); *Contact Deposits* (1911). La Universidad de Columbia otorga la medalla James Furman Kemp a sus graduados geólogos destacados en minería. El mineral kempita, $Mn_2[(OH)_3|Cl]$ en cristales rómbicos verde esmeralda, procedente de Alum Rock Canyon, California, le fue dedicado por Rogers en el año 1924.

El relevante mineralogista norteamericano AUSTIN FLINT ROGERS (1887-1957), difundió la microscopía de menas desde la costa oriental a la costa occidental de los Estados Unidos y ocupó por más de cuarenta años la cátedra de mineralogía de la Stanford University en California. Ya en su niñez una vocación muy definida por la naturaleza lo llevó a coleccionar minerales y fósiles. Estudió en la Central High School de la ciudad de Kansas e ingresó luego en la Missouri School of Mines. Al año se trasladó a la Universidad de Kansas, donde alcanzó su master en geología en el año 1900. Con una beca de la Columbia University realizó su posgrado en el departamento de mineralogía y defendió su tesis de doctorado por esa universidad en el año 1902. La amistad entre el presidente de la Stanford University David Starr Jordan, deseoso de desarrollar la mineralogía en sus claustros, con el presidente de la Columbia University Dr. Nicholas Murray Butler, le allanó al joven y promisorio Rogers el acceso directo a una brillante carrera en Stanford a partir de ese mismo año. Investigó sobre temas variados de la mineralogía y publicó más de un centenar de obras, muchas de las cuales implican el uso de la microscopía de minerales opacos, a saber: *Sphalerite crystals of a peculiar habit and with one new form, from Galena, Kansas*, y *Annotated list of the minerals occurring in the Joplin lead and zinc district* (1900); *Minerals of the Galena-Joplin lead and zinc district* (1904); *Pyrite crystals from Bingham, Utah* (1909); *A new synthesis and new occurrences of covellite* (1911); *Delafossite, a cuprous metaferite from Bisbee, Arizona*, y *Upward secondary sulphide enrichment and chalcocite formation at Butte, Montana* (1913); *Secondary sulphide enrichment of copper ores with special reference to microscopic study*, y *A geologic and microscopic study of a magmatic copper sulphide deposit in Plumas Co., California, and its modification by ascending secondary enrichment* (con Turner, 1914); *The study of ores at Stanford* (1915); *Origin of copper ores of the "red beds" type*; *The so-called graphic intergrowth of bornite and chalcocite* y *A study of the magmatic sulfide ores* (con Tolman Jr., 1916); *The origin of the Sudbury nickel ores* (con Tolman, Jr., 1917); *An interesting occurrence of manganese minerals near San Jose, California* (1919); *Delafossite from Kimberly, Nevada* (1922); *Uraninite crystals with a new form, from Portland, Connecticut*, y *Uraninite and pitchblende* (1947). Una mención especial merece su celebrado manual de enseñanza, en colaboración con Paul Francis Kerr, *Optical Mineralogy*, McGraw Hill, cuya segunda edición de 390 páginas apareció en 1942. La primera edición, de su exclusiva autoría y con el título *Thin-section Mineralogy*, fue publicada en 1933. Las ediciones y reimpressiones siguientes de esta obra —traducida a varios idiomas que incluyen el español— han estado a cargo del profesor Kerr hasta el año 1977. Otro libro muy requerido por sus estudiantes fue *Introduction to the Study of Minerals* (3ra Ed. 1937). Rogers fue uno de los fundadores de la Mineralogical Society of America, de la cual fue su presidente en 1927 y su editor asociado por muchos años. Recibió premios y distinciones de la Stanford University, de la American Academy of Arts and Sciences, de la Mineralogical Society of America y de la Geological Society of America. A su vez fue miembro de la Mineralogical Society of Great Britain y de la Société Française de Mineralogie. Descubrió y publicó las nuevas especies minerales kempita (1924) y sanbornita (1932). Dos minerales fueron nominados en su honor, rogersita y austinita,

este último un arseniato rómbico de calcio y zinc que le dedicó Staples en 1935. Infortunadamente rogersita fue desacreditado tras comprobarse su identidad con lausenita y con churchita-Y.



Waldemar Lindgren (1860-1939)



Louis Caryl Gratton (1880-1970)



Austin F. Rogers (1887-1957)

El mineralogista y geólogo económico norteamericano LOUIS CARYL GRATON (1880-1970) marcó la época dorada donde convergieron los inicios de la minería en gran escala y el desarrollo empresario capaz de abordar la explotación de varios yacimientos metalíferos gigantes tipo *World Class*, con los avances científicos y académicos decisivos detrás del conocimiento de la metalogenia y la formación geológica de los depósitos minerales; convergencia que él sintetizó de modo magistral en las largas décadas que ocupó la cátedra de Mining Geology en la Harvard University. Louis Caryl recibió su escolaridad elemental en New York e ingresó en la Universidad de Cornell hacia 1896, para recibir clases de geología, mineralogía, química, física y matemática. Se graduó como Bachelor of Sciences en 1900 y luego trabajó como asistente técnico en química para la McGill University. Hasta 1902 elaboró en su tesis en Cornell y el año siguiente ingresó a trabajar en el U. S. Geological Survey como asistente de Waldemar Lindgren, donde permaneció los próximos seis años y fue responsable del informe anual sobre producción de cobre para el *Mineral Resources of the United States*. Realizó exploraciones en el distrito minero de Cripple Creek, en Colorado, luego en los depósitos minerales de los Apalaches, de Nuevo México y de California. WALDEMAR LINDGREN (1860-1939), geólogo minero de origen sueco y notable personalidad, estudió en la Academia de Minas de Freiberg, Alemania, entre 1878 y 1882, donde se tituló de ingeniero de minas para luego trabajar en el U. S. Geological Survey a partir de 1884. Lindgren influyó poderosamente en el joven Gratton. Inició su carrera profesional en América investigando los yacimientos minerales de las Montañas Rocallosas y en el año 1905 ayudó a fundar la afamada revista *Economic Geology*, junto a la Sociedad de Geólogos Economistas, institución que hoy entrega la medalla Waldemar Lindgren a sus miembros destacados. Lindgren ingresó en Boston a la docencia universitaria en geología minera y hacia 1912 fue el director del Department of Geology en el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Publicó el muy conocido libro *Mineral Deposits*, con su visión y experiencia sobre los yacimientos minerales y sus orígenes, cuyas ediciones –desde la primera (1913) a la cuarta (1933)– fueron un punto de referencia insoslayable en la materia. Lindgrenita, molibdato básico de cobre monoclinico, es la especie mineral procedente de la mina Chuquicamata, Chile, que le dedicó Palache en 1935. La gran devoción de Gratton por su jefe en el servicio geológico y su influencia en las miradas científicas fue una constante en la larga y proficua vida del investigador, al punto que en la publicación de su último artículo, en el año 1968, realizó una encendida defensa de los méritos

de la antigua clasificación de los yacimientos minerales de Lindgren. Graton descubrió y publicó el mineral purpurita, un fosfato de manganeso rómbico de la mina Faires en Carolina del Norte (1907). Siempre sostuvo un especial interés por los minerales y la minería del cobre, siendo un especialista reconocido que dejó el Geological Survey, en 1909, para ocupar la dirección de la Copper Producers' Association en la ciudad de New York y dictar clases de geología minera como profesor invitado en la Harvard University. Al año siguiente, su mentor Lindgren lo tentó para ocupar el cargo de profesor asociado (1910) y de profesor titular (1911) en el Massachusetts Institute of Technology. En 1913 lideró una investigación como director del Secondary Enrichment Investigation Project, patrocinada por el Geophysical Laboratory de la Carnegie Institution y varias compañías mineras cupríferas privadas, donde participó un grupo de destacados científicos entre los cuales estaban Augustus Locke (1883-1981) y Alan Mara Bateman (1889-1971), junto con algunos estudiantes notables de Graton como Donald Hamilton McLaughlin (1891-1984), que luego fue profesor asociado de Mining Geology en Harvard y de Mineral Engineering en Berkeley. Otro alumno brillante fue Hugh Exton McKinstry (1896-1961), posteriormente también profesor de Economic Geology en la Harvard University. Durante la primera guerra mundial Graton sirvió como secretario del Copper Producers' Committee for War y desarrolló métodos propios para evaluación de recursos minerales. Al término de la guerra y como profesor en Harvard, desempeñó una intensa actividad docente y de investigación entre los años 1919 a 1949. No descuidó los aspectos de campo y de laboratorio para el estudio de los depósitos metalíferos y las menas minerales con microscopía de polarización de luz incidente. Construyó, con la colaboración de J. W. Vanderwilt, la máquina pulidora de probetas Graton-Vanderwilt, la cual proporcionó superficies pulidas de buena calidad, sin relieve entre minerales vecinos de dureza muy diferente. También con la colaboración de G. A. Harcourt construyó el microtorno Harcourt destinado a realizar taladros de 20 micrómetros de diámetro en las probetas y obtener polvo mineral suficiente para su análisis mediante difracción de rayos X. Junto a Sterling B. Talmage (1889-1956), desarrolló un método muy preciso para determinar la dureza de los minerales en las secciones pulidas. Con la colaboración de E. B. Dane, ambos montaron en Harvard la llamada *Cámara Graton* que les permitió obtener fotografías de las menas con más de 6.000 aumentos. De una extensa producción científica publicada que cubre siete décadas, podemos citar: *Reconnaissance of some gold and tin deposits of the southern Appalachians* (1906); *The ore deposits of New Mexico* (con Lindgren y Gordon, 1910); *The sulphide ores of copper; some results of microscopic study* (con Murdoch, 1913); *Hydrothermal origin of the Rand gold deposits* (1930); *Criteria of age relations of minerals, with special reference to polished sections of ores* (con varios coautores, 1931); *The depth zones in ore deposition* (1933); *Technique in mineralography at Harvard* (1937); *Nature of the ore-forming fluid* (1940); *Some observations on Ore Search* (1940).

Tres discípulos de Harvard, Joseph Murdoch, Charles Mason Farnham y MAXWELL NAYLOR SHORT (1889-1952), orientados hacia la microscopía de menas, elaboraron otras tantas tablas de propiedades ópticas de los minerales opacos que fueron muy conocidas y utilizadas; la más reciente *Microscopic Determination of the Ore Minerals* (Short 1940) fue publicada en el boletín 914 del U.S. Geological Survey. Short dictó cátedra de mineralogía en la Arizona University (1931-1951). Su maestro Graton ejerció una gran influencia como consultor de las compañías mineras y sus graduados poblaron estas organizaciones en una relación interactiva por demás fructífera. Podemos señalar a Calumet & Helca, Noranda Copper, International Nickel, Hercules Mining, Hollinger Consolidated Gold Mines, New Jersey Zinc, U. S. Bureau of Mines, Cerro de Pasco Corporation. Sin embargo, su relación en Perú con Cerro de Pasco fue especial, larga y estrecha, desde 1920 a 1950 como consultor e integrando el directorio de la empresa entre 1945 y 1967. Las subvenciones de Cerro de Pasco a los departamentos geológicos de las universidades de Harvard y Chicago fueron una constante aceptada en la

relación que benefició las prácticas mineras de sus estudiantes en los yacimientos peruanos. Recibió variadas distinciones y fue miembro de la American Academy of Arts and Sciences, de la Geological Association of Canada, del Canadian Institute of Mining and Metallurgy, de la Academia Nacional de Ciencias de México, de las sociedades geológicas de Londres, Bélgica, Perú y Sudáfrica con doctorados honorarios por las universidades de California (Berkeley 1964) y Yale. También fue presidente de la Society of Economic Geologists en 1931 y recibió la Penrose Medal en 1950. En Cerro de Pasco, Perú, se halló por primera vez gratonita, sulfosal trigonal de arsénico y plomo, el mineral que le dedicaron Palache y Fischer en 1940.



Maxwell N. Short (1889-1952)



Joseph Murdoch (1880-1973)



Hugh E. McKinstry (1896-1961)

El geólogo y mineralogista norteamericano JOSEPH MURDOCH (1880-1973), discípulo de Graton en Harvard, donde se graduó en 1911 y defendió su tesis doctoral con un tema de minerografía en 1915, mantuvo una estrecha amistad con su maestro por más de cincuenta años. En 1916 publicó su libro *Microscopical Determination of the Opaque Minerals. An Aid to the Study of Ores*, bajo la forma de las primeras tablas determinativas con los datos ópticos, durezas y ensayos de identificación sobre 186 minerales opacos, libro que fuera un éxito internacional, obra de consulta obligada y referencia por muchos años para emprendimientos semejantes. Hacia el año 1928 y a instancias de Graton, ocupó una plaza docente en el departamento de geología de la University of California, Los Angeles (U.C.L.A.), donde hizo toda su carrera, ejerciendo docencia e investigación en geología y mineralogía especializada en cristalografía y cristalografía química, hasta alcanzar el grado de profesor emérito en 1959. Organizó una colección importante de minerales de California, con énfasis en el grupo de boratos, describiendo veatchita, ulexita, probertita y howlita. Estudió y publicó las nuevas especies reinerita, arseniato rómbico de zinc, mineral que dedicó a su descubridor Willy Reiner, químico de Tsumeb Co. (1916) y wightmanita, borato monoclinico de magnesio, mineral que le dedicó a Randall H. Wightman, el director de una empresa minera californiana (1962); haiweeíta y metahaiweeíta, los silicatos monoclinicos de uranilo y calcio, con agua de cristalización, hallados en el prospecto Haiwee, Inyo, California (con McBurney, 1959). Su gran síntesis *Minerals of California: Centennial Volume (1866-1966)* fue publicada en 1966 con R.W. Webb. No descuidó su primer amor a los minerales opacos en *A polishing apparatus for ore minerals* (1938); *Miargyrite crystals from Randsburg, California* (1939); *Pyrotilpnite from Randsburg, California* (1941); *Lollingite from the Philippine Islands* (con Gardner 1942); *X-ray investigation of colusite, germanite, and renierite* (1953); *X-ray measurement on argentopyrite* (1954). El mineral murdochita, óxido cúbico de cobre y plomo, es la nueva especie que le dedicó Fahey en 1955, procedente de la mina Mammoth, en Arizona.

El geólogo económico y minero norteamericano HUGH EXTON MCKINSTRY (1896-

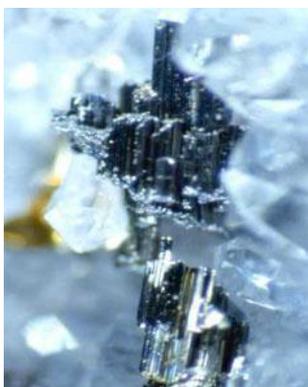
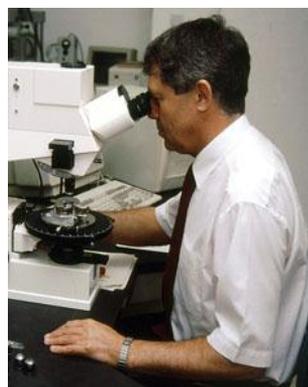
1961), profesor de geología en la Universidad de Harvard, fue un gran entusiasta de la mineralogía de menas y de la investigación de los sistemas minerales en el equilibrio de fases entre azufre y metales. Reconocido explorador y evaluador de propiedades mineras, entre sus disciplinas predilectas figuraron también la geoquímica y la tectónica. Desde su niñez coleccionó minerales y estudió en el Haverford College. Ingresó a estudiar geología en el Massachusetts Institute of Technology (1917). La influencia de Waldemar Lindgreen lo llevó a dedicarse a la geología minera y fue su ayudante en el MIT por poco más de un año, entre 1920 y 1921. En los tres años siguientes revistó en el staff de geólogos de Cerro de Pasco Copper Corporation en Perú. Hacia 1925 ingresó en la Universidad de Harvard como instructor docente y ayudante de Louis Graton, alcanzando su tesis doctoral en esta universidad (1926). Entre los años 1926 y 1940 viaja incansablemente como consultor minero adquiriendo considerable prestigio en el estudio de yacimientos minerales. Trabajó en México (1926-1929), en Canadá (1929-1932), en Sudáfrica, Australia y los Estados Unidos (1933-1940). Entre 1940 a 1945 integró el cuerpo docente de geología en la University of Wisconsin en Madison, pero sólo dictó clases por dos años, para luego ser convocado a Washington sirviendo al esfuerzo bélico durante la Segunda Guerra Mundial como Jefe en la Minor Ferro-Alloys Division of the Board of Economic Warfare (1942-1944) y jefe de la Minerals Division of the Foreign Economic Administration (1944-1945). Luego de la guerra ingresó como profesor de geología en la Universidad de Harvard (1945), donde se dedicó a la mineralogía, la geoquímica y la geología minera. Su amplia experiencia la plasmó en un libro de texto muy bien logrado, *Mining Geology* (1948), que fue objeto de intensa demanda en los Estados Unidos y en muchos países hispano-parlantes mediante una edición en español. Orientó más de 20 estudiantes de doctorado con tesis sobre minería y entre sus trabajos publicados citamos: *A protractor for plotting dips on inclined sections* (1923); *Microchemical tests in the identification of opaque minerals*; y *Magnetic, electrochemical, and photochemical tests in the identification of opaque minerals* (1927); *Silver mineralization at Beaverdell, British Columbia*; *Silver-lead-zinc veins at Atlin, British Columbia*; e *Interpretation of concentric textures at Casapalca, Peru* (1928); "Cave pearls", oolites, and isolated inclusions in veins (con Davidson, 1931); *The veins of Casapalca, Peru* (con Noble, 1932); *Outstanding features of Hollinger Geology* (con Graton et al. 1932); *Geology of the Silver Deposit at Colquijirca, Peru* (1936); *Use of the fracture pattern in the search for orebodies* (1937); *Granite and ore*; y *Structural control of ore deposition in fissure veins* (1941); *Mining geology; Present problem is discovery and exploitation of ore deposits to meet war needs, better techniques needed in long-range work* (1942); *Control of ore by rock structure in a Coeur D'Alene mine (Idaho)* (con Svendsen, 1942); *Mining geology; much more ore in the United States awaits discovery through all-out effort of geologists* (1946); *Mineral isograds in southeastern Pennsylvania* (1949); *Ribbon structure in gold-quartz veins* (con Ohle, 1949); *The Elizabeth copper mine* (con Mikkola, 1954); *Phase assemblages in sulfide ore deposits* (1957); *Mineral assemblages in sulfide ores: the system Cu-Fe-S-O* (1959) y *Mineral assemblages in sulfide ores: the system Cu-Fe-As-S* (editado post mortem por Gustafson, 1963). Es recordado con el mineral mckinstryita, sulfuro rómbico de plata y cobre recuperado de la mina Foster, Cobalt, Ontario, Canadá, y publicado por Skinner et al. (1966).

El mineralogista canadiense LEONARD GASCOIGNE BERRY (1914-1982) fue un producto académico completo de la Universidad de Toronto, donde transcurrió toda su vida profesional y universitaria. Cursó sus estudios iniciales en la escuela de esa universidad entre 1924 y 1932, para ingresar ese año obteniendo su Bachelor of Arts (1937) y su Master of Arts (1938). Defendió el doctorado en el año 1941 en ciencias naturales por la Universidad de Toronto y obtuvo experiencia previa de campaña en el Geological Survey of Canada y el Ontario Department of Mines. Durante la segunda guerra mundial sirvió por cuatro años en el departamento de óptica de Research Enterprises Ltd. en Toronto. Se incorporó a la actividad docente en la Queen's University, Kingston, Ontario, en el año 1944 para alcanzar en 1967 la titularidad como Miller Memorial Research Professor de la Queen's University. Se retiró en el

año 1979 como profesor emérito de mineralogía y petrología. Berry se destacó en sus investigaciones pioneras del grupo de las sulfosales entre los minerales metalíferos, estudiando sus propiedades ópticas, químicas y röntgenográficas, documentadas con *Recent advances in sulfide mineralogy* (1964), el trabajo de su Presidential Address a la Mineralogical Society of America. Otras contribuciones en esta línea comenzaron con la antigua edición universitaria de las series University of Toronto Studies, Geological Series, para terminar con artículos en *The Canadian Mineralogist*, prestigiosa revista actual de la cual fue cofundador y editor. Publicó *Studies of mineral sulpho-salts: I Cosalite from Canada and Sweden* (1939); *Studies of mineral sulpho-salts: XX Jamesonite from Cornwall and Bolivia* (1940); *Studies of mineral sulphosalts: XII Boulangerite and "epiboulangerite"* (1940); *Röntgenographic observations on ore minerals* (con Peacock, 1940); *Studies of mineral sulpho-salts: IV Galenobismutite and "lillianite"* (con Moddle, 1940); *Studies of mineral sulphosalts: V Meneghinite from Ontario and Tuscany* (1941); *Studies of Mineral Sulphosalts: VII. A systematic arrangement on the basis of cell dimensions* (1943). *Nagyagite* (con Palache, 1946); *Studies of mineral sulpho-salts: XIII Polybasite and pearceite* (1947); *Empressite and "steutsite"* (con Thompson, Peacock y Rowland, 1951); *Robinsonite a new lead antimony sulphide* (con Fahey y Bailey, 1952). *Studies of Mineral sulphosalts: XVII—Cannizzarite* (con Graham y Thompson, 1953); *Michenerite and Froodite, palladium bismuthide minerals* (con Hawley, 1958); la notable obra *X-ray Powder Data for the ore Minerals: The Peacock Atlas* (con Thompson, 1962); *Recent advances in sulfide mineralogy* (1965); *The safflorite-loellingite solid solution series* (con Ratcliffe, 1968). *Clinosafflorite: A monoclinic polymorph of safflorite*; (con Ratcliffe, 1971). Entre los años 1950 a 1957 fue fundador-editor de las *Contributions to Canadian Mineralogy* revista que devino en *The Canadian Mineralogist*, donde también fue editor desde 1958 a 1975.



Leonard G. Berry (1914-1982)

Beryllite $Pb_3Ag_5Bi_7S_{16}$ - $P2_1/m$ 

Alan John Criddle (1944-2002)

Tras su retiro fue nominado Editor Emeritus y homenajeado con la edición especial del "Berry Issue" del *Canadian Mineralogist* en el año 1976. También cumplió funciones de editor asociado en los *Mineralogical Abstracts* (London) y coeditor de la importante obra de referencia *Mineral Data for the X-ray Powder Data File* para la American Society for Testing Materials. Cofundador de la International Mineralogical Association en 1957, Berry actuó como miembro del Canadian National Committee on Crystallography desde 1948 a 1970, de la Mineralogical Association of Canada, de la Geological Association of Canada, del Walker Mineralogical Club (Toronto), de la American Crystallographic Association, de la Royal Society of Canada y de la Mineralogical Society of Japan. Asimismo fue miembro honorario de la Mineralogical Society (London), del Clube Mineralógica Brazil y de la Sociedad Mineralógica Soviética. Elegido presidente de la Mineralogical Society of America (1963) y de la Mineralogical Association of Canada (1976), recibió varias distinciones: la Coleman Gold

Medal in Geology (1938), la Guggenheim Fellowship (1954) y la Willet G. Miller Medal de la Royal Society of Canada (1963). Publicó el estudio de las nuevas especies minerales ferricopiapita (1938); magnesiocopiapita (1939); aluminocopiapita (1947); robinsonita (con otros, 1952); froodita y michenerita (con Hawley, 1958) y nullanginita (con Nickel, 1981). Al mineral berryíta, sulfosal monoclinica de bismuto, plomo, plata y cobre procedente de la mina Missouri, en Colorado, se lo dedicaron Nuffield y Harris (1966). Poco antes de morir, Berry fue el primer receptor de la Past Presidents' Medal de la Mineralogical Association of Canada (1982), prestigiosa institución que otorga al presente la Leonard Gascoine Berry Medal a los mineralogistas que le prestaron servicios destacados.

El mineralogista inglés ALAN JOHN CRIDDLE (1944-2002) se dedicó a la microscopía de menas en luz reflejada y a medir la reflectividad de los minerales opacos metalíferos creando una base de datos cuantitativa para mejorar la identificación mineral mediante sus curvas espectrales características. Nativo de South Wales, dicen que de niño adquirió una precoz afición por la mineralogía coleccionando muestras en el amplio litoral británico occidental. En la ciudad de Cardiff ingresó al estudio universitario de las ciencias naturales y en el año 1966 se graduó en petrología con honores por la University of Wales. Alcanzó su título de Master Sc. en Cardiff al año siguiente con el estudio de los depósitos minerales en el campo carbonífero de South Wales e inició su tesis doctoral sobre las minas de hierro de Llanharry, tema de tesis que nunca terminaría. Tras su desempeño de investigador asistente en Cardiff, su oportunidad aconteció en 1969 cuando ingresó en calidad de Scientific Officer al British Museum of Natural History en Londres con la misión de iniciar las investigaciones en microscopía de menas y en espectrofotometría microscópica sobre sus colecciones minerales. La buena tarea realizada y la veloz expansión de su laboratorio motivaron su promoción a Senior Scientific Officer en pocos años. Trabajando con los colegas Peter Embrey y Norman Henry desarrollaron la teoría y las técnicas adecuadas para la mensura cuantitativa normalizada de las propiedades ópticas de los minerales opacos en el microscopio de polarización de luz incidente. La primera edición de la afamada obra *Quantitative Data File for Ore Minerals*, realizada con la colaboración de Norman Henry, apareció en 1978. Amplió esta base de datos con la colaboración de muchos colegas en todo el mundo para la segunda edición impresa en el año 1986 junto a Chris J. Stanley, un libro de 477 páginas y tapas azul claro, el color elegido por Alan en homenaje hacia el amigo y colaborador Norman Henry graduado en Cambridge. La tercera edición, con su base también ampliada y renovada, aconteció en 1993 de modo coincidente con el premio recibido, consistente en un doctorado por la University of Wales. Criddle fue autor de más de 110 artículos científicos compartidos con mineralogistas del mundo entero, de los cuales 65 se refieren a nuevas especies, tanto de minerales descubiertos por él como del estudio de sus propiedades ópticas por encargo. Se desempeñó de Treasurer en la Mineralogical Society of Great Britain and Ireland entre 1986 a 1991, también como Council (1998-2000) y Managing Trustee (1997-2000). Representó a su país en la International Mineralogical Association (IMA) como miembro de la Commission on New Minerals and Mineral Names (1988-2002) y fue Chairman de la Commission on Ore Mineralogy desde 1998 hasta su muerte. Dictó en su especialidad numerosos Short Courses, Workshops y Summer Schools alrededor del mundo, los últimos en Budapest 1995, Porto en 1997, Ottawa en 1998, Pretoria en 1999 y Helsinki en el año 2000. En lo personal Alan era sociable y un inflexible *bon-viveur* dotado de fina percepción para distinguir entre lo perfecto y lo apenas marginalmente menos que perfecto, sea en vinos y comidas, sea en artes y ciencias. Sus hobbies en las artes oscilaban por su amor entre la música y la pintura con extremos tan contrastados como el canto gregoriano, Jimi Hendrix o últimamente, declarado fan del pianista ruso Grigory Sokolov. Activo en la pintura, elaboró centenares de obras para su exposición y venta. En sus últimos siete años debió luchar con enorme temple contra el cáncer que finalmente segó su

existencia a los 57 años de edad. Una selección de sus trabajos publicados: *Ore Polishing. Proceedings of the 1974 Ore Microscopy Summer School at Athlone* (1974); *Reflectance of ore minerals – a search-and-match identification system for IBM and compatible microcomputers using the IMA/COM Quantitative Data File for ore minerals, second issue* (con Gerlitz y Leonard, 1989); *The reflected-light polarizing microscope and microscope-spectrophotometer y Microscope-photometry, reflectance measurement, and quantitative color* (1990); *The Quantitative Data File for Ore Minerals, 3rd edition, 704 pages* (con Stanley, 1993); *Reflectance Spectra: their interpretation using band theory, and application in mineral identification* (con Ryabeva, 1994); *Ore microscopy and photometry (1890–1998)* (1998); *Mineral Deposits: Processes to Processing* (obra en dos tomos, 1468 páginas y 40 editores, 1999); en artículos: *Mineralization in the Carboniferous and Mesozoic strata in the area of the south crop of the South Wales coalfield* (1968); *Mineralogy and genesis of the Llanbary iron ore deposits, Glamorgan* (1969); *Reflection values for goethite* (con Hendry, 1970); *Palladium arsenide-antimonides from Itabira, Minas Gerais, Brazil* (con Clark y Fejer, 1974); *Mineralization at Ty Coch, Glamorgan (Mid Glamorgan), Wales: the second occurrence of pyrobelonite* (con Symes, 1977); *Plumbian tennantite from Sark, Channel Islands* (con Bishop y Clark, 1977); *Error problems in the two-media method of deriving the optical constants n and k from measured reflectances* (con Embrey, 1978); *New data on wittichenite y Mineralization at Seatwaite Tarn, near Coniston, English Lake District: the first occurrence of wittichenite in Great Britain* (con Stanley, 1979); *Mineralogical study of complex Pt-Fe nuggets from Ethiopia* (con otros, 1981); *Palladium minerals from Hope's Nose, Torquay, Devon* (con Clark, 1982); *Jaskolskiite from İzök Lake, Northwest Territories* (con Harris y Roberts, 1984); *Sopcheite, a second Canadian occurrence, from Lac-des-Iles Complex, Ontario* (con Dunning y Laflamme, 1984); *Characteristic optical data for cooperite, braggite and vysotskiite* (con Stanley, 1985); *Ore mineralogy and mineralization of the Campbell Orebody, Bisbee, Arizona, USA* (con Stanley y Eady, 1989); *Precious and base metal selenide mineralization at Hope's Nose, Torquay, Devon* (con Stanley y Lloyd, 1990); *Edgarbaileyite, $Hg_2Si_2O_7$: The crystal structure of the first mercury silicate* (con Angel y Cressey, 1990); *Microscope-spectrophotometric analysis to determine the origins of the colour variations on SIMOX wafers* (con otros, 1991); *The optical properties of montbrayite, Au_2Te_3 , from Robb Montbray, Quebec, compared with those of the other gold tellurides* (con Stanley y Paar, 1991); *New compositional and optical data for antimonian and bismuthian varieties of bemusite from Japan* (con otros, 1991); *Non-destructive characterization of thin film SIMOX structures using microscope spectrophotometry* (con otros, 1992); *Mineral nomenclature: sulrhodite* (con otros, 1992); *Micro-PIXE analysis of platinum group minerals from placer deposits* (con otros, 1993); *Nondestructive characterization of SIMOX structures; Characterization of Quantum Well Structures using microscope-spectrophotometry; Microscope spectrophotometric study of $GaAs/Al_xGa_{1-x}As$ MBE structures y Characterization of ion beam synthesized materials using microscope-spectrophotometry* (con otros, 1994); *Trace elements in platinum group minerals studied using nuclear microscopy* (con otros, 1994); *Techniques and methodology used in mineralogical and osmium isotope study of platinum group minerals from alluvial deposits in Colombia, California, Oregon and Alaska* (con otros, 1997); *Lindstromite from Cobalt, Ontario* (con Pring y Grguric, 1998); *New Pd-Pb and Pb-V oxides from a bonanza-type PGE-rich, nearly BMS-free deposit in the Penikat layered complex, Finland* (con Barkov y otros, 1999); *Tripulhyite, $FeSbO_4$, revisited* (con otros, 2003). La mineralogía sistemática le acredita las nuevas especies, todas en colaboración y casi todas en menas metalíferas opacas en donde Alan siempre proporcionó excelentes curvas de reflectividad, en especial con minerales de simetrías bajas: palladseite (con Davies y Clark, 1977); nukundamita (con Rice y otros, 1979); henryíta (con Stanley y otros, 1982); bowieíta (con Desborough, 1984); jaskolskiíta (con Harris y Roberts, 1984); kiddcreekita y lapieíta (con Harris y otros, 1984); sopcheíta (con Dunning y Laflamme, 1984); jeppeíta (con Pryce y Hodge, 1984); benleonardita (con Stanley y Chisholm, 1986); cameronita e izoklakeíta (con Harris y Robert, 1986); laphamita (con Dunn y otros, 1986); filipstadita e ingersonita (con Dunn y otros, 1988); asisita (con Rouse y otros, 1988); blatterita (con Raade y otros, 1988); cervelleíta (con Chisholm y Stanley, 1989); vaughanita (con Harris y Roberts, 1989); hemloíta (con Harris y otros, 1989); hawthorneíta (con Haggerty y otros, 1989); donharrisita (con Paar y

otros, 1989); edgarbaileyíta (con Roberts y otros, 1990); baumhauerita-2a (con Pring y otros, 1990); damaraíta (con Keller y otros, 1990); wattersita (con Roberts y otros, 1991); jolliffeíta y un CoAsSe innominado (con Cabri y otros, 1991); cianciulliíta (con Dunn y otros, 1991); buckhornita (con Francis y otros, 1992); cannonita (con Stanley y otros, 1992); fangita (con Wilson y otros, 1993); edoylerita (con Erd y otros, 1993); deanesmithita (con Roberts y otros, 1993); watanabeíta (con Shimizu y otros, 1993); parkinsonita (con Symes y otros, 1994); mcalpineíta (con Roberts y otros, 1994); frankhawthorneíta, peterbaylissita y shannonita (con Roberts y otros, 1995); owensita (con Laflamme y otros, 1995); hanawaltita y jensenita (con Roberts y otros, 1996); nezilovita (con Bermanec y otros, 1996); feinglosita (con Clark y otros, 1997); juabita y utahíta (con Roberts y otros, 1997); mereheadita (con Welch y Symes, 1998); haggertyíta (con Grey y Velde, 1988); vergasovaíta (con Bykova y otros, 1998); chrisstanleyita (con Paar y Roberts, 1998); walfordita (con Back y otros, 1999); sidpietersita (con Roberts y otros, 1999); suredaíta (con Paar y otros, 2000); dukeíta (con Burns y otros, 2000); symesita (con Welch y otros, 2000); paganoíta (con Roberts y otros, 2001); krettnichita (con Brugger y otros, 2001); baumstarkita (con Effenberger y otros, 2002); laflammeíta (con Barkov y otros, 2002); brodtkorbta (con Paar y otros, 2002); seawardita, tedhadleyíta y verbeekíta (con Roberts y otros, 2002); hongshiíta (con Kwitko y otros, 2002); tischendorfitita (con Stanley y otros, 2002); tripuhyíta (con Berlepsch y otros, 2003); schlemaíta (con Foerster y otros, 2004); aurivilliusita y petewilliamsita (con Roberts y otros, 2004); calvertita (con Jambor y otros, 2007); pizgrischita (con Meisser y otros, 2007). Criddle nunca se abatió frente a la enfermedad y trabajó hasta el final en la pasión de su vida, los minerales. Claro testimonio son las nuevas especies publicadas con sus datos analíticos a un lustro de su muerte. El mineral criddleíta, sulfuro monoclínico de antimonio oro, plata y talio procedente de la mina Golden Giant, distrito minero Hemlo, Ontario, Canadá, le fue dedicado a su homenaje por Harris *et al.* en el año 1988.

Mineralogía en el siglo XX: La Asociación Mineralógica Internacional (IMA)

Durante el siglo XX y en su evolución como la ciencia de los minerales, la mineralogía alcanzó un grado de madurez sin precedentes, situación que le permitió evitar las barreras nacionales, la influencia desmedida de las personalidades fuertes, el uso de vocablos técnicos inadecuados y la admisión de especies minerales de dudosa entidad, con estudios insuficientes. Un factor decisivo en este notable adelanto fue la creación conjunta, en el año 1958, de la International Mineralogical Association (IMA), una verdadera federación internacional de asociaciones de mineralogistas establecida con el propósito de racionalizar la nomenclatura mineralógica y de controlar, a nivel mundial, la aceptación oficial de los nuevos minerales y los nombres propuestos por sus descubridores. Al presente el nombre de los minerales se determina mediante un mecanismo de evaluación y aprobación en comisiones internacionales de nomenclatura formadas por mineralogistas. El dictamen final dependía de la antigua Comisión de Nuevos Minerales y Nombres Minerales (CNMMN), hoy Comisión de Nuevos Minerales, Nomenclatura y Clasificación (CNMNC) de la Asociación Internacional de Mineralogía. Aquí se aprueba (A), deniega (D), o se devuelve a revisión (R), tras debate y votación, la pertinencia de una presentación exclusiva del autor o autores en un formulario normalizado por esta comisión. Los recaudos sobre la prioridad y la originalidad de la propuesta, así como el control del estudio exhaustivo de la especie mineral con técnicas modernas, para excluir posibles errores de identidad, pertinencia o sinonimia, se llevan el esfuerzo principal de los especialistas convocados por la CNMNC-IMA. Desde su creación IMA aprueba las nuevas propuestas, depura la nomenclatura previa revisando los grupos minerales complicados o las especies dudosas, propiciando además estudios históricos sobre prioridades. En este sentido, también desacredita la nomenclatura que se revela falsa (nombres

obsoletos) y distingue aquí tres categorías: los nombres válidos propuestos antes de 1959 (G); los nombres cuestionados descriptos antes de 1959 (Q); y los nombres publicados después de 1959 sin aprobación de IMA (N). Nombres antiguos, correctos, bien establecidos, cuya autoría no fue posible identificar en las revisiones realizadas, se aceptan en la sistemática mineral oficial como de autor anónimo (anonymus, grandfathered). Estos minerales no son numerosos y pueden carecer del sufijo ita, indispensable en la actualidad para los nuevos minerales. La sistemática mineral contemporánea reconoce poco más de 4.000 especies, a las cuales se incorpora un promedio de 50 nuevos minerales descubiertos y aprobados cada año. En las puertas del Tercer Milenio la mineralogía exhibe una tendencia a adaptarse, en términos generales e interdisciplinarios, con la aplicación de sus métodos y de sus laboratorios a las nanotecnologías en la investigación de nuevos materiales con propiedades innovadoras para la industria y la sociedad. Este heterogéneo contexto que hoy suele llamarse Ciencia de los Materiales, reúne a la mineralogía, la física del estado sólido, la química orgánica e inorgánica y la informática. Ya aparece en las facultades e institutos de las universidades con nuevas designaciones novedosas que van reemplazando los rótulos tradicionales. La mineralogía de alta presión, que se inició con sus grandes prensas hidráulicas y siguió con los yunques de diamante y el haz analítico de los sincrotrones, permitió investigar el comportamiento de la materia en el interior planetario bajo presiones que ya alcanzan las centenas de GPa y la frontera entre el manto y el núcleo de la Tierra. La cristalografía y la cristalochimica proyectan sus líneas de investigación en la cinética de la cristalización de los minerales petrográficos en ambientes de ingravidez, investigaciones que permiten interpretar la evolución de la materia en las nebulas protoestelares y sus residuos actuales en el sistema solar. Al presente y para ello los investigadores en geociencias utilizan satélites especializados y sus laboratorios ensamblados e instalados en órbita geocéntrica.



Carl Hintze (1851-1916)

Carlhintzeíta $\text{Ca}_2\text{AlF}_7 \cdot \text{H}_2\text{O} - \text{C1}$ 

Friedrich Krantz (1859-1926)

Un primer tramo de esta historia nos ofrece una mirada selectiva y victoriana a la vida de sus cultores europeos atrapados entre dos siglos. El mineralogista alemán CARL ADOLF FERDINAND HINTZE (1851-1916) utilizando el orden sistemático propuesto por Gustav Rose, en *Das kristallo-chemische Mineralsystem* (1852), realizó una compilación sobre especies minerales y sus yacimientos minerales en su obra cumbre intitulada *Handbuch der Mineralogie* publicada en etapas (1889-1897) con titanatos y silicatos; (1898-1913) con elementos, sulfuros, halogenuros y óxidos; (1915-1933) esta última parte finalizada por su discípulo Karl Franz Chudoba con carbonatos, boratos, sulfatos, fosfatos, arseniatos y vanadatos; obra que se extendió en dieciseis volúmenes que contenían la mineralogía sistemática de la época con descripciones completas. Aún hoy en las universidades germano-parlantes son libros de consulta diaria. Hintze estudió

en el Magdalene-Gymnasium de Breslau, su ciudad natal y la de su muerte. Realizó estudios universitarios en Breslau, Bonn y Berlín sobre geología y mineralogía. Desde Berlín se trasladó a la Universität Strasbourg donde fue ayudante y asistente del profesor Paul von Groth (1872) y alcanzó su graduación al año siguiente (1873). Ha sido reconocido en su época como una autoridad entre los mineralogistas europeos. Sus trabajos publicados se inician en el año 1871 colaborando con Paul von Groth en estudios de cristalografía y cristalografía estructural sobre numerosos minerales (ej. bloedita). Luego fue comerciante de minerales de colección en Strasbourg (1880) y trabajó en la firma Dr. F. Krantz Rheinisches Mineralien-Kontor durante seis años, ayudando a diseñar los insuperables 928 modelos cristalográficos de madera, confeccionados a precisa escala, que Krantz ha difundido en el mundo entero para la eficaz enseñanza de la cristalografía morfológica. Cuatro años después defendió su habilitación en mineralogía y cristalografía por la Universität Bonn (1884) y dos años más tarde fue profesor extraordinario de mineralogía en Breslau (1886), convocado por su antiguo maestro y profesor Ferdinand Römer (1808-1892). Estudió y publicó la nueva especie arsenolamprita (1886). Consiguió la plaza de profesor titular ordinario de mineralogía a la muerte de su mentor y completó allí el resto de su vida académica. Hijo dilecto de Breslau, Hintze fue consejero privado en el gobierno de la ciudad (1909), director del Instituto de Mineralogía y Museo (1892-1916) y durante varios años decano de la facultad de filosofía de la universidad. Con la publicación del mineral carlhintzeita, un fluoruro triclinico de calcio y aluminio descubierto en mina Cornelia, pegmatita Hagendorf Sur, Waldhaus, Oberphalz, Bayern, Alemania, Dunn *et al.* han honrado su memoria en el año 1979. Es oportuno aquí hacer un breve comentario final sobre la empresa Krantz. Entre los alumnos de Hintze figuró el heredero de la firma Krantz en Bonn, un sobrino del fundador Adam A. Krantz, Friedrich Krantz (1859-1926), que tuvo a su cargo impulsar con mucho éxito el desarrollo de la empresa familiar en las primeras décadas del siglo XX. A su muerte la conducción de la firma quedó en manos de su esposa Olga y de su sobrino Fritz Krantz (1905-1974). Durante la Segunda Guerra Mundial, un bombardeo aéreo aliado sobre Bonn destruyó gran parte del patrimonio físico de la empresa, que el tesón y el empeño de Fritz restauró en los años siguientes. En su programa de apoyo a la enseñanza de la mineralogía esta notable empresa proporciona más de un millar de artículos diferentes con colecciones de enseñanza de diverso tamaño, que comprenden entre 10 a 5000 unidades. Hoy la compañía la dirige Renate Krantz, hija de Fritz y geóloga por la Universidad de Tübingen, Alemania. En el siglo XX se han desarrollado empresas de ventas de minerales de colección en América del Norte, tal como veremos al comentar la vida legendaria de Martin Leo Ehrmann, sin duda de gran envergadura, pero orientadas a la venta preferente a coleccionistas privados, museos y joyería, con escasa atención a confeccionar materiales didácticos para la enseñanza de la mineralogía y la cristalografía. Como un ejemplo típico podemos mencionar a la firma actual Pala International and the Collector Shop, de Fallbrook, California, que se origina en la compra de la herencia de Virginia Bowers, sobrina del matrimonio fundador de Grieger's Incorporated de Pasadena, California, formado por John Grieger Miller (1910-1981) y Katherine E. Bowers (1913-2000). John Grieger fue un conocido comerciante californiano de minerales que nació en Indiana y se trasladó con sus padres a Pasadena en 1924. A los 20 años inició un negocio de lapidación y venta de minerales en el garage de su familia al 405 Ninita Parkway (1930). En sus primeros años, la recolección de campo y los intercambios con comerciantes europeos fueron el núcleo de su actividad. En 1933 Grieger's ya ofrecía por millares ejemplares de turmalinas calidad gema desde las páginas de Rocks & Minerals y de The Oregon Mineralogist. En la primavera de 1935 pasó un par de meses, con su amigo y colaborador en materia de minerales, Thomas W. Warner Jr. (1915-1955), en las pegmatitas de Pala, California, detrás de un buen acopio de kunzita. "Tommie" Warner fue hijo del acaudalado Thomas W. Warner Sr. (1874-1947), uno de los fundadores de la Borg-Warner Corporation y director de la General Motor. Es posible que esta circunstancia ayudara a la sociedad de los jóvenes amigos en una época de

fuerte recesión y dificultades económicas. Así ambos fundaron la nueva empresa Warner & Grieger en el año 1936. Tommie, un conocido playboy con avión privado, autos deportivos y yate en el puerto, amplió considerablemente la esfera de los negocios de esta firma adquiriendo finos especímenes para su colección personal en el mercado internacional. La empresa expande sus actividades hasta fines de la Segunda Guerra Mundial. En 1946, John Grieger abrió la nueva firma Grieger's Gems & Minerals en el 1633 E. Walnut Street, Pasadena, con venta por Warner de su parte social y con otros intereses tras la muerte del padre al año siguiente. Esta etapa 1946-1972 reconoce un gran éxito comercial, éxito que le permite a John Grieger abrir el flamante local de ventas, con arquitectura de vanguardia, sito al 900 S. Arroyo Parkway, Pasadena, en octubre de 1972. Matrimonio sin hijos, la etapa comercial 1972-1997 sobrevive a su muerte en la gestión de Katherine que retiene las colecciones minerales hasta su final. Luego aconteció la sesión legal y venta, a través de su sobrina Virginia, a William Larson, el titular de Pala International and the Collector Shop. Vemos a su vez que la mayor parte de la colección de minerales de Tommie Warner quedó en propiedad del California Institute of Technology.

Nacido en Arroyo, Puerto Rico, e hijo de un propietario alemán de fincas agrarias con plantaciones de caña de azúcar y de cacao, CORNELIUS DOELTER Y CISTERICH (1850-1930) fue un mineralogista naturalizado austríaco que completó sus estudios secundarios en América, en los liceos Saint Louis y Bonaparte. Sin hacer caso a la voluntad de su padre, que deseaba verlo ingeniero agrónomo, Cornelius Doelter ingresó en Ciencias Naturales para formarse en geología y mineralogía en las universidades de Freiburg y Heidelberg, Alemania. En el año 1872 se doctoró con el trabajo *Über die seltenen Erden* bajo la dirección del afamado químico Robert Wilhelm Eberhard Bunsen (1811-1899), aquel muy recordado por el mechero y el fotómetro que hoy llevan su nombre. La tesis la defendió en la Universität Heidelberg, donde 50 años después renovó el doctorado honorario de sus bodas de oro (1922). En el ínterin viajó a Austria, urgido por el problema de la dolomitización en las calizas, consultando a los expertos geólogos profesores Eduard Suess (1831-1914), Franz von Hauer (1822-1899) y Ferdinand von Hochstetter (1829-1884) en calidad de alumno de postgrado de la Universität Wien. Defendió su habilitación en esta universidad con el tema *Vulkane der pontinischen Inseln* (1875). Al año siguiente se ubicó en la posición de profesor extraordinario de mineralogía y petrografía en la Universität Graz (1876), alcanzando la titularidad ordinaria de esa cátedra en 1883. Hacia el año 1907 recibió una invitación para ser el profesor ordinario de mineralogía en la Universidad de Viena, cargo que ocupó hasta su designación de emérito en 1921, para seguir trabajando con mucho empuje y lozanía hasta el final. Doelter se interesó en el estudio del vulcanismo, más tarde en la síntesis mineral y en la mineralogía experimental, usando microscopios de platina calentadora para determinar el punto de fusión incongruente de varios minerales. Investigó la conductibilidad eléctrica y la estructura molecular de los silicatos. Publicó más de 200 trabajos en temas diversos: *Allgemeine chemische Mineralogie* (1890), *Edelsteinkunde* (1893), *Physikalisch-chemische Mineralogie* (1905), *Petrogenesis* (1906), *Das Radium und die Farben* (1910), *Die Farben der Mineralien, insbesondere der Edelsteine* (1915) para citar los relevantes, pero su obra más destacada fue sin duda el colosal *Handbuch der Mineralchemie* (1911-1937), publicado en nueve tomos, que ampliaron la saga señora de von Groth con los cinco tomos del *Chemische Kristallographie*. Doelter recibió muchas distinciones, fue miembro de la Wiener Akademie der Wissenschaften y también miembro de número en academias de ciencias y asociaciones científicas extranjeras vinculadas a la mineralogía.

El mineralogista, petrólogo y metalurgista noruego JOHAN HERMAN LIE VOGT (1858-1932) ingresó para realizar sus estudios secundarios en el Instituto Politécnico de Dresden en Alemania (1876). Luego registró matrícula en la escuela de Ingeniería de Minas de la Universidad de Kristiania (actual Oslo) en el año 1880. Completó sus estudios en varios países,

para la especialidad de metalurgia en la Escuela Superior de Estocolmo, Suecia, y para geología, mineralogía y geología minera en las universidades de Freiberg, Clausthal, Leipzig y París. En el año 1885 regresó a Kristiania en donde ocupó la plaza de profesor de metalurgia a partir del año 1886. Vogt fue un investigador valorado en la petrología experimental moderna, en la mineralogía de paragénesis magmáticas en curso de diferenciación y en la industria noruega de la fundición eléctrica. Integró como miembro pleno el comite nacional de electrometalurgia y gravitó en las organizaciones científicas de su país. Recibió la Wollaston Medal de la Geological Society of London por sus reconocidos méritos en el año 1932. Entre sus trabajos publicados *Schmelztemperatur der Silikatmineralien* (1886); *Bildung von Erzlagerstätten durch Differentiationsprozesse in basischen Eruptivmagmata* (1893); *Hypersthen-reicher Norit, Harzburgerit und Pyrrhotin-Hypersthenit von Nonaas* (1900); *Schlussfolgerungen auf Grundlage von des Parallelismus zwischen der Krystallisationsfolge und der Differentiationsfolge* y *Über die Mischkrystalle aus Silikatschmelzlösungen. Über die Natur der Silikatschmelzlösungen* (1907-1908); *Über die Bildung der norwegischen Kieslagerstätten durch magmatische Injektion* (1909); *Über die Bedeutung der physikalischen Chemie für die Petrographie* (1910); *Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine* (1913); *Über Co-haltigen Schwefelkies, über die Zusammensetzung des Eisennickelkieses, über fragliche, geringe Ni+Co-Gehalte des Magnetkieses* (1918); *Über das System Cu₂S:FeS nebst Bemerkungen über die Zusammensetzungen der Kupfersteine* (In: *Die Sulfid: Silikatschmelzlösungen* 1919); *On the theory of the parental magma of basaltic composition* (1920), *The physical chemistry of the magmatic differentiation of igneous rocks* (1923); *On the graphic granite* (1926-1928); *Die Genesis der Granite* (1930); *On the average composition of the earth's crust, with particular reference to the contents of phosphoric and titanitic acid* (1931), indican que Vogt fue un pionero en la aplicación de la fisico-química a los magmas silicatados, a los líquidos sulfurosos, a los eutécticos y a las escorias.



Artinita $Mg_2CO_3(OH)_2 \cdot 3H_2O - C2/m$



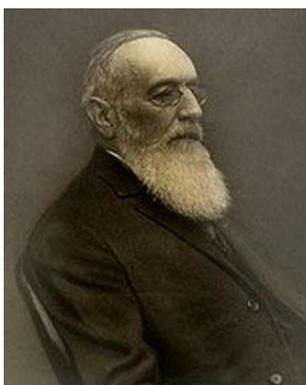
Ettore Artini (1866-1928)



Brugnattellita $Mg_6FeCO_3(OH)_{13} \cdot 4H_2O$

El mineralogista italiano ETTORE ARTINI (1866-1928), profesor de Mineralogía de la Universidad de Milán, se graduó en Florencia en 1887 y ese mismo año ocupó una plaza de ayudante en el Museo Mineralógico de la Universidad de Pavia (1887-1893). Más tarde fue ayudante del profesor Ernesto Mariani en la cátedra de mineralogía, Universidad de Milán (1894), cátedra en la cual alcanzó la titularidad tras el retiro de Mariani. Fue director del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, para el cual adquirió la colección mineral del Museo Mineralógico Borromeo en 1913; y presidente de la Società Geologica Italiana. Obtuvo el Premio Real por las ciencias físicas, matemáticas y naturales de la Accademia Nazionale dei Lincei (1891), en mérito a su investigación petrográfica-geológica en la Vasesia y a sus hallazgos de nuevas especies minerales. Entre sus publicaciones cabe citar: *Contribuzioni alla mineralogia del Vicentino; Epidoto dell'Elba; Natrolite della Regione Veneta* (1887); *Studio cristallografico*

della cerussite di Sardegna (con BrugnateLLi, 1888); *Intorno alla composizione mineralogica di due sabbie del litorale adriatico* (1896); *BrugnateLLite; nuova specie minerale trovata in Val Malenco* (1909); *Due minerali di Baveno contenenti terre rare: weibyeite e bazzite* (1915); *Le Rocce. Concetti e nozioni di petrologia*. 3° Ed. (1919); *I minerali* (1921); *Sulla brugnateLLite di Monte Ramazzone (Liguria)*; *Lezioni di Mineralogia e Materiali da Costruzione* (1922); *Mineralogia. Corso di Scienze Naturali per le Scuole Secondarie*. 4° Ed. (1926). La mineralogía sistemática reconoce a Artini las especies brugnateLLita (1909) y bazzita (1915). El mineral artinita, carbonato básico de magnesio con tres moléculas de agua de cristalización y simetría monoclinica, hallado en el Campo Francsca, Sondrio, Lombardía, Italia, le fue dedicado por el colega y amigo BrugnateLLi en el año 1902. Su contemporáneo LUIGI BRUGNATELLI (1859- 1928) fue el profesor de la cátedra de Mineralogía de la Universidad de Pavia por más de tres décadas, desde el año 1895 hasta su muerte. Descendiente de una ilustrada familia paviana de cultores de la ciencia, el más célebre su bisabuelo Luigi Valentino, su abuelo Gaspare fue químico y naturalista, y su padre Tullio ingeniero químico. Luego de 1928, con la donación edilicia realizada a favor del colegio local, fundado en 1429 por el cardenal Branda Castiglioni, hoy se conoce esta institución como Collegio Castiglioni BrugnateLLi. Publicó en Stuttgart, Alemania, su trabajo completo sobre artinita *Über Artinit, ein neues Mineral der Asbestgruben von Val Lanterna (Veltlin)* en el año 1903. El mineral brugnateLLita, carbonato básico de magnesio y hierro con cuatro moléculas de agua de cristalización tiene su localidad tipo en la misma comarca que artinita, pues las muestras proceden del Val Malenco, Sondrio, Lombardía, Italia. Artini le dedicó la especie en el año 1909.

Grandidiérita $MgAl_3[BO_4]SiO_5$ 

Alfred F. Lacroix (1863-1948)

Planchéita $Cu_8Si_8O_{22}(OH)_4 \cdot H_2O$

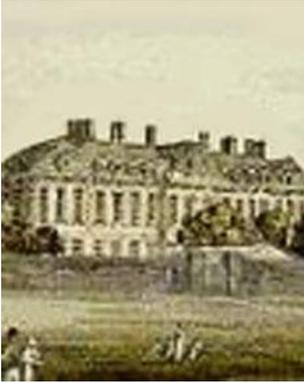
El cristalógrafo francés FRÉDÉRIC FELIX AUGUSTE WALLERANT (1858-1936) estudió en el Liceo de Marsella y en la École Normale Supérieure de París, ejerció de profesor asistente en Marsella y luego de profesor de geología y mineralogía en la Universidad de Rennes. Defendió su tesis doctoral sobre la geología de Maures y Esterel en 1889. En el año 1903 ocupó el cargo de profesor titular de Mineralogía en la Universidad de París durante treinta años hasta su retiro. Electo miembro de la Academia de Ciencias de Francia en 1907, fue presidente de la Société Française de Minéralogie et de Cristallographie en 1905 y 1916. Sus investigaciones sobre la simetría y la estructura interna de los cristales en relación al maclado, a los problemas de isomorfismo-polimorfismo y a las anomalías ópticas de los minerales fueron originales, meritorias e ilustraron sus obras editadas *Traité de Minéralogie* (1891), *Cristallographie* (1908), este libro es un excelente broche de cierre para completar aquel tercer tomo prometido y nunca editado por François Mallard, tras los dos primeros tomos de su *Traité de Cristallographie* (1879-1884). En *Exposé Élémentaire de lois de la Cristallographie Géométrique* (1911) Freddy ubicó demostraciones matemáticas nuevas.

Por su trascendencia social en la primera mitad del siglo XX, ALFRED FRANÇOIS ANTOINE LACROIX (1863-1948) fue el mineralogista más célebre de Francia. Si bien el inventario de sus nuevas especies halladas supera aquellas acreditadas en su momento a René Haüy y a Armand Lévy, también es cierto que las suyas no alcanzan el número de las descubiertas por François Beudant. Luego de sus estudios primarios y medios en Mâcon, ingresó para cursar farmacia (1883) egresando como Farmacéutico de primera clase de la Universidad de París en el año 1887. A los 18 años es aceptado como miembro de la Société de Minéralogie de France. Inició su carrera como preparador en el Collège de France (1887-1893) y amplió sus conocimientos de los minerales, su vocación temprana, de la mano de Alfred Des Cloizeaux en el Muséum National d'Histoire Naturelle sobre cristalografía, de Fouqué y Michel Levy en el Collège de France sobre petrografía, y de Charles Friedel en la Sorbonne y de Mallard en la École des Mines sobre mineralogía. En los años 1884 y 1885, a indicación de Fouqué, realizó un viaje por varios países europeos —a las islas de Elba y Cerdeña, a Italia del norte y Suiza, a Irlanda, Escocia, Noruega, Suecia y la isla de Gotland— para recolectar minerales con destino a las colecciones parisinas. Alcanzó su doctorado en ciencias, bajo la dirección de Ferdinand Fouqué, en mayo de 1889. En el año 1893 sucedió a Des Cloizeaux en la dirección del Museum National d'Histoire Naturelle de París, cargo que ejerció durante cuarenta y tres años, hasta la designación de Jean Orcel como director en 1936. Desde las vitrinas del museo, Lacroix exhibió al mundo las bellezas de las diopatas del Congo (Renéville, Pimbi), las senarmonitas de Algeria y los maravillosos cristales de Madagascar. Lacroix fue miembro de la Société Française de Minéralogie (1881), de la Société Géologique de France (1886), y de l'Académie des Sciences (1904), en el sitial mineralógico que ocuparon antes Haüy, Cordier y Daubrée, institución donde fue secretario a perpetuidad desde 1914 y durante treinta y cuatro años. Realizó nuevos viajes por Italia, Suiza, Alemania y Canadá. En el año 1896 hacia Grecia y el Oriente Medio valorando el vulcanismo del mar Egeo en el archipiélago del Santorín. Luego de la catastrófica erupción de la Montagne Pelée en la Martinica antillana en mayo de 1902, la cual causó 28.000 muertos en el puerto de Saint-Pierre, el gobierno francés comisionó a Lacroix con un gran despliegue mediático al frente de la expedición científica organizada para su estudio. Investigó las erupciones volcánicas del Vesubio (1906), del Etna (1908), y las vulcanitas de la isla Réunion (1911), de Guinea y Sudán (1913). La Primera Guerra Mundial morigeró sus viajes a favor del laboratorio. En 1922 reanudó los trabajos de campo por España e Italia. Hacia 1926 representó a Francia en el tercer congreso científico pan-pacífico de Tokio, situación que aprovechó para visitar las áreas volcánicas de Japón, Corea, Manchuria, los archipiélagos franceses del Pacífico, China, Mongolia e Indochina (Vietnam, Laos y Camboya). En 1929, en ocasión del cuarto congreso científico del Pacífico, completó su periplo vulcanológico por la isla de Java, Malasia, las Indias holandesas y Somalia en África. Honrado con el grado de Grand Officier de la Légion d'honneur, fue el primer vulcanólogo que interpretó el correcto significado de las nubes ardientes y la evolución geológica de los domos volcánicos. De sus 600 publicaciones científicas sobresale su famoso *Traité de Minéralogie de la France et des Territoires d'Outre-Mer* en 10 volúmenes (1893-1898), obra a la cual se le adicionan los tres volúmenes con la mineralogía de Madagascar. También destaca el libro *La Montagne Pelée et ses éruptions* (1904), un *best seller* en su época. Descubrió y publicó los minerales morinita (1891), pseudoboleíta (1895), gonnardita (1896), romanèchita (1900), grandidiérita (1902), giorgiosita (1905), giorgiadésita y palmierita (1907), bityíta, planchéíta y villaumita (1908), sicklerita (1910), betafita y manandonita (1912), fornacita y lechateliérita (1915) y sérandita (1931). El mineral lacroixita, un fluofosfato monoclinico de aluminio y sodio de las pegmatitas de Greifenstein, Alemania, le fue dedicado por Slavik en el año 1914.

GEORGE THURLAND PRIOR (1862-1936), destacado mineralogista inglés, especialista

en meteoritos y conservador del Museo Británico, nació en Oxford hijo de George Thomas Prior, un farmacéutico que tenía un pequeño negocio de productos químicos e inculcó en su vástago un acendrado amor por esta disciplina. Se educó en la Christ Church Cathedral School y en la Magdalen College School. Hacia el año 1881 y en esta última escuela obtuvo una beca en ciencias naturales que le permitió graduarse con honores en química (1885) y física (1886). En este último año cumplió una pasantía en Alemania de diez meses para estudiar química con el profesor Alexander Classen (1843-1934), titular de Unorganische Chemie y Elektrochemie en la Königliche Rheinisch-Westphälische Polytechnische Schule Aachen, luego Universidad RWTH Aachen. Al año siguiente ingresó como analista químico de minerales en el Mineral Department del British Natural History Museum de Londres (1887), en reemplazo del fallecido Walter Flight (1841-1885). A la muerte de Thomas Davies (1837-1892) quedó a cargo de la colección de rocas y con la promoción de Sir Lazarus Fletcher (1854-1921) a la dirección de la rama Ciencias Naturales del Museo Británico, también a cargo de departamento de mineralogía que este dirigía (1909), para abocarse intensivamente al estudio de los meteoritos. Desde el año 1910 publicó en el tema y su *Catalogue of Meteorites* (1923), con el detalle de 992 especímenes que incluye varias caídas documentadas, publicado por el Museo Británico, es aún un libro clásico. Le pertenece la llamada Ley de Prior, la cual indica que la relación níquel/hierro en los sideritos y la relación entre óxidos de hierro/magnesio en la fracción silicatada, son buenos criterios de clasificación para los meteoritos por su significado cogenético (1932). Prior se retiró en 1927, pero sus sucesores en el laboratorio o en la dirección del departamento de mineralogía del museo, Leonard James Spencer (1870-1959); George Frederick Herbert Smith (1872-1953), este último recordado por su goniómetro de reflexión de tres círculos y el mineral smithita, sulfosal monoclinica de arsénico y plata del valle de Binn, Suiza (1905); Walter Campbell Smith (1887-1988); Max Hutchison Hey (1904-1984) y Alfred Arthur Moss (1912-1990), todos con distintos intereses mineralógicos, han discontinuado sus investigaciones de meteoritos. Ejerció cargos y tuvo reconocimientos a su labor como miembro de la Mineralogical Society (1887), consejero desde 1893, secretario general durante dieciocho años (1909-1927) y presidente en el periodo 1927-1930. Recibió su doctorado en la Oxford University (1905), electo Fellow de la Royal Society en 1912, y premiado con la Wollaston Fund y la Murchison Medal por la Geological Society, institución de la cual fue su Vice-Presidente en el trienio 1921-1923. Otras publicaciones selectas de Prior son: *Über einen antimonhaltigen Proustit* (con Miers, 1888); *Note on connellite from a new locality* (1889); *Beiträge zur Kenntniss des Pyrargyrit und Proustit* (con Miers, 1889); *Über die Identität von Andorit, Sandtit und Webnerit* (con Spencer, 1898); *Petrographical notes on rock-specimens collected by Mr. R. T. Günther in the neighbourhood of Ike Urmi, Persia* y *Report on some fine brown dust collected during a thunderstorm in the Mediterranean* (1899); *Geological notes from Tanganyika northwards* y *Preliminary report on the rock-specimens collected by the Sothorn Cross Antarctic Expedition* (1901); *Report on the rock-specimens collected by the Southern Cross Antarctic Expedition*; *Report on specimens of mud and sediments from the bottom of Lake Nyasa, obtained by Lieut. E. L. Rhoades during sounding operations in 1900 and 1901*; *Notes on the collections of rocks and mineral specimens from the Uganda Protectorate made by Sir Harry Johnston* y *Notes on rock-specimens from Unyoro* (1902); *Krystallisierter Zinnkies von Bolivia* (con Spencer, 1902); *Über das bemerkenswerthe Problem der Entwicklung der Krystallformen des Calaverit* (con Smith, 1903); *A new thallium mineral* (1905); *Report on the rock-specimens collected by the "Discovery", Antarctic Expedition 1901-1904* (1907); *Über Paratacamit, ein neues Kupferoxychlorid* (con Smith, 1907); *Pyrochlor*; *Jschynit*; *Euxenit-Polykras*; *Blomstrandin und Priorit*; *Derbylit (Levisit, Mauzeliit)* y *Polymignit*; *Niobate und Tantalate* (1913); *Review of progress of mineralogy from 1864 to 1918* (1919); *Guide to the Mineral Gallery, British Museum (Natural History)*. 13th edition (1921); *A guide to the collection of meteorites, with an alphabetical list of those represented. British Museum (Natural History)*, London y *Three South African meteorites: Vaalbulb, Witklop, and Queens Mery* (1926); *Appendix to the Catalogue of meteorite. British Museum (Natural History)* London y *Tektites* (1927); *The meteoric stone of Lake Brown, Western Australia* (1929). La

mineralogía sistemática le reconoció nuevos minerales: derbylita (1897); lewisita y zirkelita (1895); tripuhyíta (1897); senáita (1898) y florencita (1900), todos ellos en colaboración con E. Hussak y procedentes de localidades brasileñas; también iodembolita (con Spencer, 1902); serendibita (con Coomáraswámy, 1903); teallita (1904) y fermorita (con Smith, 1911). Prior fue requerido por su destreza en el análisis de elementos raros (niobio, tantalio, titanio) y el grupo de los lantánidos (tierras raras). El mineral priorita, un óxido doble rómbico de titanio, niobio, itrio y calcio, dedicado por Brögger (1879) y analizado luego por el propio Prior (1899), fue reubicado como aeschnyita-(Y) por Sommerauer y Weber en el año 1972.



British Museum, enero de 1759



Mervyn Maskelyne (1823-1911)



George Prior (1862-1936)

Esta breve semblanza de George Prior habilita a reseñar ajustadamente la historia del Departamento de Mineralogía en el Museo Británico de Historia Natural, institución de las más importantes por el número, la calidad y muchas veces, el significado de los especímenes que atesoran sus anaqueles, repositorios y depósitos. El Department of Mineralogy tuvo su origen en el Department of Natural and Artificial Productions con el cual se fundó el British Museum en el año 1753. El museo se creó como museo universal a partir de la cámara privada y el empuje del físico y naturalista inglés Sir Hans Sloane (1660–1753), con el respaldo del rey George II que asentó en el Parlamento inglés el acta fundacional respectiva el 07 de junio de 1753. El apoyo real fue muy importante para adquirir en £ 20.000 el palacio Montagu, edificio fastuoso y amplio habilitado al público a partir del 15 de enero de 1759, que inició actividades con las 71.000 piezas, 40.000 libros, 7.000 manuscritos, herbario con 337 volúmenes de plantas desecadas y la vasta pinacoteca de la colección Sloane, más la biblioteca Cottoniana de Sir Robert Bruce Cotton (1570-1631) y la biblioteca Harleyana de Sir Robert Harley (1661–1724). En 1806 el departamento de mineralogía fue renombrado Department of Natural History and Modern Curiosities bajo la dirección de George Shaw (1751-1813) en calidad de conservador, quién fue sucedido por Carl Dietrich Eberhard König (1774-1851). En 1837 se dividió en dos secciones, una de las cuales fue Mineralogía y Geología, que hacia el año 1856 configuró dos departamentos independientes. El primer conservador en Mineralogía MERVYN HERBERT NEVIL STORY-MASKELYNE (1823-1911), fue profesor en Oxford, miembro del Parlamento y, en esencia, un decidido impulsor de la colección inglesa de meteoritos. Nieto del astrónomo real y presidente de Royal Society, reverendo Nevil Maskeline (1732-1811), Mervyn, graduado en matemáticas y apasionado de los minerales, se dedicó con extrema tenacidad a incrementar el patrimonio que alcanzó los 200 meteoritos en los primeros seis años de su gestión, que ocupó de 1857 a 1880, nada menos que la octava parte del patrimonio actual. Cuando arribó Prior al departamento, sin ser la colección de Viena, ya era una colección de meteoritos *world-class* y a su insistente requerimiento el museo británico instaló un laboratorio petroquímico

moderno (1867) e incorporó un microscopio de polarización para petrografía (1863). Con estos adelantos sus estudios fructificaron en la primera determinación de enstatita en los meteoritos (condritos) y el descubrimiento de sus minerales muy reducidos oldhamita (1862) y osbornita (1870). Es mérito de Maskelyne el primer hallazgo del polimorfo de la sílice que llamó asmanita (1871) en el meteorito Breitenbach, un siderolito hallado en esa localidad de Bohemia en 1861, cerca del límite con Sajonia, mineral nominado luego tridimita en yacencias terrestres. El mineral maskelinita es un vidrio isótropo de plagioclasa hallado por Gustav Tschermak en una shergottita, meteorito pétreo acondrítico, y dedicado en el año 1872. A la fecha, el British Museum reúne en Londres más de 13 millones de objetos en sus distintos departamentos, de los cuales 400.000 corresponden a sus colecciones mineralógicas separadas en cinco divisiones: Minerales, Meteoritos, Petrología, Menas y Depósitos del Piso Oceánico, que registran 420 holotipos de nuevas especies minerales acreditadas.

El ingeniero francés Albert Michel-Levy (1877-1955) completó sus estudios en el Instituto Nacional de Agronomía de París y en la Escuela Forestal de Nancy. Luego de servir al control estatal de las aguas y los bosques, Albert se orientó hacia la geología por sugerencias de su célebre padre Auguste Michel-Levy. En el año 1908 defendió su tesis sobre los terrenos paleozoicos en Morvan y la Loire. Ocupó la cátedra de Petrografía en 1923 y luego alcanzó la titularidad en la Universidad de la Sorbona (1936-1946). Fue presidente de la Société Géologique de France (1935), nominado miembro de l'Académie des Sciences en el año 1945 y fue coautor con Wyart en el estudio y publicación de hidrosodalita, un espécimen cúbico e hidratado de sodalita (1949), mineral posteriormente desacreditado a favor de sodalita. El cristalógrafo francés HENRI LÉON UNGEMACH (1879-1936) cursó en su ciudad natal de Strasbourg la escuela y el colegio para estudiar ingeniería química en el Polytechnikum Zürich, Suiza. Alcanzó su doctorado en ciencias por la Universidad de Strasbourg en el año 1907 con el tema de los yacimientos vetiformes de Val de Villed (Ag). Fue un alsaciano apasionado por los minerales que coleccionó en prospección minera por Marruecos, Algeria, Madagascar, Abisinia, Canadá, Estados Unidos de América y México conformando una notable colección privada, la cual, tras su muerte, terminó en los anaqueles de la Université de Liège en Bélgica oriental. Su colección le brindó muy buen material para la goniometría en cristalografía morfológica, el centro de sus investigaciones. A partir de 1919 fue el secretario adjunto de la Société Française de Minéralogie et de Cristallographie. Determinó nuevas formas cristalográficas en muchas especies y reorientó los cristales de otras tantas al reindexar las caras según zonas en relación a la celda elemental. Definió el concepto de politipia como propiedad de estructuras cristalinas en capas idénticas que difieren en el orden de apilamiento. También aquel concepto original de syntaxia como el crecimiento orientado entre dos polimorfos de una sustancia según principios de simetría. Brindó ejemplos del intercrecimiento con reacciones topotáxicas y pseudomorfosis. Para ello trabajó en el laboratorio mineralógico de la Universidad de Strasbourg con una colección de sulfatos exóticos del norte de Chile (1932), de donde propuso cuatro especies minerales: amarillita, lapparentita, leucoglauca y paracoquimbita, de las cuales dos resultaron nuevas: amarillita (1933) y paracoquimbita (1935). Ungemachita es una sal doble bien reconocida, sulfato-nitrato de sodio, potasio y hierro triclinico, con seis moléculas de agua de cristalización, mineral procedente de las evaporitas chilenas del Norte Grande que le han dedicado a su memoria Peacock y Bandy en el año 1938, junto con clinungemachita, su polimorfo monoclinico.

Los mineralogistas durante el siglo XX en América del Norte y Japón

Así como el profesor Berry fue un producto académico completo de la Universidad de Toronto en Canadá, ALEXANDER HAMILTON PHILLIPS (1866-1937) lo fue de la

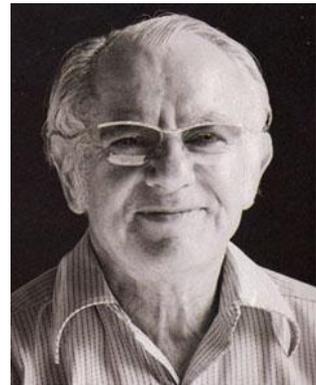
Universidad de Princeton, en New Jersey, USA. Ingresó en esta institución en el año 1883, se graduó en 1887 (B.S.) y defendió su doctorado en 1899 (Sc.D.). Sus intereses científicos siempre fueron amplios y persiguió una esmerada formación en mineralogía, química y biología. A partir de su graduación integró el staff docente de Princeton por espacio de casi cinco décadas. Los primeros seis años en el departamento de biología dictando cursos de embriología, anatomía comparada y morfología de vertebrados. Los siguientes trece años en el departamento de química aplicada y mineralogía dictando cursos de análisis químicos cualitativos y cuantitativos, inorgánicos y orgánicos, con investigaciones en materiales diversos desde minerales (sales, calizas, carbones, feldespatos) y sustancias alimenticias (leche, azúcar, cereales) en el laboratorio. Finalmente por treinta y dos años (1904-1936) trabajó en los departamentos de mineralogía y geología en donde el profesor Phillips ganó su merecida fama de experto en química mineral. Sus cursos aquí versaron sobre cristalografía, óptica mineral, análisis pirognósticos, mineralogía descriptiva, mineralogía avanzada y petrografía para investigar en temas ligados con dominante frecuencia a los análisis químicos. Perteneció al reducido grupo fundador de la Mineralogical Society of America donde fue chairman del comité organizador (1919) y uno de los Charter Fellows de la sociedad, consejero (1920-1923), tesorero (1924-1929), y presidente (1931), siempre con influencia destacada y decisiva en todos los asuntos societarios. Phillips perteneció a la Geological Society of America (1914-1937) y fue su vice-presidente (1931), también a la American Association for the Advancement of Science, a la American Society of Naturalists y a la American Chemical Society. Descubrió y publicó la nueva especie mineral gageíta (1911). Sin embargo phillipsita, una zeolita monoclinica de potasio, sodio y calcio por lo común asociada a los terrenos volcánicos, es el mineral dedicado por Levy en el año 1825 al geólogo inglés del siglo XVIII y fundador de la Geological Society of London en 1807, Sir WILLIAMS PHILLIPS (1775-1828).



Alexander H. Phillips (1866-1937)



Charles Palache (1869-1954)



Martin Leo Ehrmann (1904-1972)

Perteneciente a la escuela de Dana, CHARLES PALACHE (1869-1954) fue el profesor de mineralogía en la Harvard University entre los años 1910 y 1941 dejando profunda huella por sus altas cualidades humanas y científicas. Nativo de la ciudad de San Francisco, California, estudió en el Berkeley High School, ingresó en la universidad en 1887, se diplomó en 1891 y defendió su tesis de doctorado por la Universidad de California en Berkeley en 1894. Como muchos profesionales jóvenes de América y Japón, entre los años 1894 y 1895 Palache realizó una intensa pasantía académica en Alemania para estudiar petrografía con Ferdinand Zirkel en Leipzig, cristalografía con Paul Groth y Ernst Weinschenk en München y petrografía con Harry Rosenbusch y Alfred Osann en la Universität Heidelberg, decana universidad alemana en donde también le apasionó el curso magistral de cristalografía morfológica dictado por

Viktor Goldschmidt. Hacia 1896 ingresó en calidad de asistente de museo en la Harvard University de la mano de John E. Wolff, profesor de petrografía y el sucesor de Josiah P. Cooke como conservador del Mineralogical Museum. La reorganización del departamento de mineralogía en Harvard, tras el retiro de Brush, Penfield y Dana Jr., le brindó esa oportunidad de progreso. Palache fue nombrado asistente docente de mineralogía (1902), profesor interino (1910), profesor titular ordinario (1912–1941) y profesor emérito de mineralogía luego de su retiro (1941–1954). Con Esper Larsen Jr. configuraron la dupla central del departamento de mineralogía de la Harvard University en la primera mitad del siglo XX. La preparación de la 7^o edición del Dana's System of Mineralogy se inició en 1937 bajo la supervisión de Palache. Finalmente los tres volúmenes de *The Dana's System of Mineralogy*, edición de John Wiley & Sons, New York, publicados por Palache C., Berman H. y C. Frondel, aparecieron en los años 1944 (v. I), 1951 (v. II), y 1962 (v. III). Sólo se completó la edición en vida del último autor. Palache introdujo el primer goniómetro de dos círculos de Goldschmidt en los Estados Unidos de América (1896), una década después de su invención y que Peter Stoe iniciara su fabricación comercial en Alemania. Sus más de 150 artículos publicados muestran el alto grado de perfección y excelencia que la cristalografía morfológica alcanzó en sus manos. Otro gran desvelo suyo fue armar colecciones minerales y obtener especímenes de calidad, para lo cual siempre exhibió un talento natural, tanto en el departamento de mineralogía como en el museo de Harvard. Esta colección se inició en el año 1784 y al ingreso de Palache como asistente de Wolff, pocos días antes de la Navidad de 1895, registraba un patrimonio de 55.000 ejemplares. Este inventario creció desmesuradamente en el siglo XX por recolección de muestras en el terreno, intercambio museológico, pero en especial por la compra directa de grandes colecciones particulares aprovechando la generosidad presupuestaria de la institución y la decisión de sus autoridades. Wolff se retiró en 1922 de la conservación del museo y Palache tomó ambas responsabilidades al frente del museo y de la cátedra de mineralogía. A las clásicas colecciones minerales de Washington A. Roebling (1837-1926) y de Clarence S. Bement (1843-1923) adquiridas por Harvard en el siglo XIX, se le sumó la hermosa colección organizada por Palache con los minerales del skarn de Franklin, New Jersey (1904). Su brillante trabajo sobre la mineralogía de las menas de Franklin recién lo publicó treinta años después, en 1935. La colección donada en el año 1888 por Albert Fairchild Holden (1863-1913) y las donaciones posteriores al patrimonio de Harvard legadas por su familia en 1922, motivaron a Palache a nominar holdenita a una especie nueva hallada entre los especímenes donados procedentes de su entrañable skarn de Franklin (1921). La colección personal de minerales de Franklin propiedad de Elwood P. Hancock (1836-1916), nativo de Burlington, New Jersey, luego de su muerte fue adquirida a sus deudos con la intención de conservarla en Harvard como parte de la Colección Holden. Esta compra la efectuó Wolff a instancias de Palache. Aconteció que en las muestras colectadas en Franklin por Hancock ya había aparecido una nueva especie mineral, un silicato de skarn con aluminio, calcio y plomo, de simetría monoclinica, que Penfield & Warren lo denominaron hancockita en su homenaje (1899). Asimismo, la colección de minerales del skarn de Franklin, perteneciente al aficionado Samuel R. Losey (1833?-1906), un registro espectacular de la mineralogía del yacimiento, terminó en el repositorio de Harvard al ser comprada por Holden en 1911 y formar parte del legado Losey transferido en 1922. De igual modo aquí apareció una nueva especie, un carbonato básico de manganeso y zinc, simetría monoclinica, mineral que fue denominado loseyíta por Bauer y Berman en el año 1929 a la memoria de este coleccionista. No es posible olvidar que la colección de Josiah D. Whitney (1819-1896) también terminó en los anaqueles de Harvard y que sus muestras procedentes de la mina Orford le sirvieron a Palache y a Wood para publicar aquel clásico estudio cristalográfico sobre millerita de esta localidad (1904). Palache confeccionó un catálogo general de meteoritos y estudió cinco ejemplares. La colección de meteoritos de Harvard se inició en época de Benjamín Silliman y George Bowen cuando se compró la colección Smith (1833), del

químico y coleccionista John Lawrence Smith (1818-1883) y se incrementó siempre con el tiempo. Ya a cargo del museo, Palache adquirió la colección Flinck de minerales suecos y noruegos, procedentes en su mayoría de la mina Långban y del distrito de Oslo (1924). Con motivo del XIV International Geological Congress en Madrid compró para Harvard la amplia colección Bello de minerales portugueses (1926). También compró la muy extraordinaria colección austríaca Karabacek de Viena, con 900 especímenes de calidad superlativa (1935), un suceso que aún recuerdan con asombro los austríacos de hoy. El mismo año adquirió la colección de minerales chilenos de Mark Bandy quién estudió 76 especies minerales para su tesis en el norte de Chile, la cual incluyó siete nuevos minerales de la mina Chuquicamata, en ese momento la más grande del mundo. En esa época y en conjunto con el U.S. National Museum en Washington DC, Palache compró para Harvard una magnífica colección de minerales andinos organizada por Federico Ahlfeld en Bolivia. Los viajes y estudios de campo con sus estudiantes fueron para Palache la estrategia adoptada para incrementar las colecciones minerales, junto a los trabajos en colaboración concertados con el US Geological Survey. Con apoyo de esta institución investigó el clásico distrito de Franklin Furnace, Sussex, New Jersey (1901), las Bradshaw Mountains, Arizona (1906), y el distrito minero del Lago Superior con sus yacimientos estratoligados de cobre (1919-1921). Las pegmatitas y sus minerales fueron objetivos que no pudieron pasar inadvertidos para Palache y sus alumnos que iniciaron su estudio en los distritos de Maine y New Hampshire, New England (1912), y lo siguieron por dos largas décadas. Detrás de minerales participó en expediciones fuera del país como aquella realizada a Sudáfrica, en compañía de los destacados geólogos Reginald Aldworth Daly y Frederick Eugene Wright (1877–1953), obteniendo muchos especímenes oxidados secundarios de la cobertera de yacimientos de cobre, vanadio y zinc (1924). La ayuda de Louis Caryl Graton en el acceso a su reconocida colección de muestras y de pulidos mineragráficos, con minerales de las menas metalíferas de muchos yacimientos a lo largo del mundo, le permitió a Palache publicar *Seligmannite from Bingham, Utah* (1928); *Crystallographic studies of sulfosalts: baumbauerite, meneghinite, jordanite, diaphorite, freieslebenite* (con Richmond & Winchell, 1938) y *Gratonite - a new mineral from Cerro de Pasco, Peru* (con Fisher, 1940). Recibió muchas distinciones en su vida académica y perteneció a numerosas instituciones científicas nacionales y extranjeras. Cofundador de la Mineralogical Society of America, organizada a fines del año 1919, fue su presidente en 1921 y su presidente honorario a partir del año 1950. Miembro de la National Academy of Sciences, de la American Academy of Arts and Science, del Sierra Club, de la New York Academy of Science, de la Mineralogical Society of Great Britain, de la Royal Geological Society of Cornwall y de la Society Geologique de Belgique. Miembro correspondiente de la Geologiska Porenigen de Stockholm y miembro honorario del Boston Mineral Club y de la New York Mineralogical Society. Palache fue el primer receptor de la Roebling Medal en 1937 y en el mismo año fue elegido presidente de la Geological Society of America. Recibió un doctorado honoris causa por la University of California y fue editor asociado por muchos años de la revista *Zeitschrift für Kristallographie* y del *American Journal of Science*. Aparte de los minerales, las otras fuertes aficiones de Palache pasaron por la música y la ornitología. Descubrió, describió y publicó las nuevas especies minerales natrocalcita (1908); alamosita (1909); hodgkinsonita (1913); cahnita y holdenita (1921); pumpellyíta-Mg (1925); mcgovernita (1927); esperita y larsenita (1928); hidrohetaerolita (1929); lindgrenita y magnesioclorofoenicita (1935); leightonita y yeatmanita (1938); salesita (1939); gratonita (1940); alumbre potásico, formanita-Y, hielo y minio (1944); retgersita (con Frondel, 1949) y alumbre sódico (1951). Son dos los minerales dedicados a su persona, palacheíta en 1903, especie que fuera posteriormente desacreditada al comprobarse su identidad con botriógeno; no obstante ochenta años más tarde, durante 1983 y con un criterio de justa compensación, Dunn *et al.* nominaron a su memoria charlesita, un borosulfato trigonal básico de calcio, aluminio y silicio procedente del skarn de Franklin, New Jersey.

Luego de estas referencias sobre las afamadas colecciones minerales norteamericanas ligadas al quehacer del profesor Palache, es oportuno aludir a ciertos pasajes de la notable vida de MARTIN LEO EHRMANN (1904-1972), en opinión de muchos conservadores museológicos americanos tal vez el más legendario de los cazadores de minerales del siglo XX. Martin fue un inmigrante de origen judío que nació en Rawa Russkaya (Rawa Russkaa en polaco, la lengua local), un pueblo del imperio ruso hacia aquella época, ahora dentro de los límites políticos de Belarus. Hijo de Wolf y Rachel Ehrmann, adoptó la ciudadanía estadounidense a fines de los años 20 cuando decidió habitar en los Estados Unidos y cambiar su nombre original Marcus Leo, como aún lo llamaban en su familia, por el Martin que también se ha difundido como nombre único. Escapando de las guerras revolucionarias en Europa oriental, junto al millón de personas que emigraron de la Bielorrusia en las primeras dos décadas del siglo, su hermana mayor se radicó en el puerto alemán de Kiel en el año 1910, lugar hacia donde emigró el resto de la familia entre 1913 y 1914. Martin zarpó como camarero de un barco alemán en el año 1921. Al atracar en Nueva York decidió desembarcar para tentar otras oportunidades en América. Ni el terruño devastado, ni la hiperinflación alemana posterior a la Primera Guerra Mundial podían ligarlo en su lozana juventud a una Europa semejante. Asumió gran número de trabajos temporarios en esa crítica década: contendedor de catch-as-catch-can, vendedor de zapatos, camarero del Thwaites' Restaurant en City Island o asistente de posada en Nueva Inglaterra. Se casó en 1928 con Rita Zorn, nativa de Hoboken, New Jersey, lejana prima hebrea cuyos padres también emigraron desde Europa. Su primer contacto con el negocio de los minerales aconteció a través de Rita, a la sazón secretaria americana del empresario chino Ping Wen Kuo, que lideraba una corporación orientada a importar piedras preciosas extraídas de China. Martin firmó un contrato de vendedor para la empresa, actividad que lo indujo a una afición de por vida con el jade de China, nefrita, jadeíta y luego las demás piedras de ese origen. Las mayores ventas, apenas uno o dos dólares la unidad, eran discos y botellas talladas en jade y también en nefrita blanca. El Dr. Kuo era un amante dilecto del arte chino. Creció el interés de Martin por los minerales y frecuentó el New York Mineralogical Club, en donde alternaba con Gilman Stanton, James Manchester, George English, Ernest Weidhaas y George Kunz, este último su vecino en Hoboken y nexo inicial con los museos mineralógicos. Gracias a estos oficios, su primer contacto con el personal del American Museum of Natural History (AMNH) aconteció el 6 de enero de 1931, cuando Martin les vendió por U\$S 40 dos elefantes de calcedonia, una bandeja de ágata y un león de turquesa, todo de origen chino. Según su propia versión escrita, consolidó su flamante profesión de vendedor de gemas y minerales en los años situados entre la gran depresión y la Segunda Guerra Mundial. La primera etapa coincidente con una recesión generalizada fue muy difícil y se consideraba afortunado cuando alcanzaba el fin de semana con un saldo a su favor de 25 a 30 U\$S. Comenzó vendiendo piedras preciosas y muestras minerales en los museos y universidades de New York, Baltimore, Philadelphia y Washington, para extender luego sus actividades en los estados del medio-oeste norteamericano. Fueron tiempos en que estrechó amistad con muchos coleccionistas privados y conservadores de colecciones institucionales, lo cual incluyó a Herbert Whitlock del AMNH. La colección personal de jade de Whitlock yace hoy en el repositorio del Wadsworth Athenaeum en Hartford, Connecticut; y muchos de sus ejemplares pasaron por las manos de Martin. En 1949 Whitlock y Ehrmann publicaron *The Story of Jade*, un libro que tuvo gran difusión en diferentes ambientes. Martin fue pieza clave en la formación de la colección de jade de I. Wyman Drummond, colección donada más tarde en el año 1934 al AMNH, seguramente con la sugerencia e intermediación de Martin. Su primer negocio de envergadura aconteció tras la muerte, a fines de junio de 1932, de George Frederick Kunz (1856-1932), gemólogo experto de la firma Tiffany & Company de Nueva York. Kunz identificó la gema rosa y transparente del espodumeno en 1903, sobre el mineral descubierto en el año 1901 por Frederick M. Sickler

en Hiriart Hill, distrito minero pegmatítico Pala, San Diego, California; variedad denominada kunzita por Sickler. Kunz ya había estudiado las variedades preciosas del espodumeno: las gemas amarillo claro de Brasil o heliodoro ducal, las gemas verdes de North Carolina, hiddenita o pequeña esmeralda; y las raras gemas violetas, amatistinas de Branchville, Connecticut. Por lejos kunzita es la gema más preciada del grupo y la de mayor precio. El gran cristal de kunzita de 14 cm procedente de la mina Pala Chief lo compró Kunz para Tiffany en 1903 al conocido banquero John Pierpont Morgan (1857-1913) que controlaba, entre otros muchos activos, el ferrocarril Northern Pacific, la US Steel Corporation, la Western Union Telegraph Company y la General Electric. Este cristal fue donado más tarde al AMNH en New York y por intercambio pasó por varias manos. Hacia 1987, cuando lucía en la colección privada de William Larson, ya estaba valuado en US\$ 250.000,00. En 1932, Tiffany deseaba disponer en liquidación un gran lote mineral que Kunz tenía estibado, para hacer más lugar en sus instalaciones de la Fifth Avenue. Sorprendió siempre y sorprende aún la habilidad desarrollada por Martin, un operador pequeño de flaca cartera inicial, para obtener el apoyo financiero adecuado y cerrar con éxito operaciones de compra-venta mineral, aún cuando implicaran montos de centenares de miles y aún millones de dólares. Sus métodos, rodeados de sigilo acerca de sus patrocinadores y clientes en un mercado limitado a los Estados Unidos, pero con creciente expansión mundial, fueron al estilo del clásico mercader de gemas: muy personal, habitualmente dependiente del fideicomiso, muy hermético y con plena aceptación de los riesgos. Los miembros de esta cofradía no son, ni nunca lo fueron, muy proclives al sentimiento nacional y a guardar sus fronteras. No fue el caso de Martin, un ciudadano del mundo en su negocio, pero con una fibra patriótica para su nación adoptiva de buscar siempre que las grandes instituciones públicas norteamericanas tuvieran lo mejor de lo mejor en materia de muestras de exposición. Al tiempo del negocio con Tiffany, que le deparó varios cajones de minerales, Martin contrató a Willy Pfoser como su lapidador y lo puso a tallar cristales de kunzita. Willy fue un autodidacta que llegó a ser un excelente lapidador en la opinión de muchos expertos. En los registros de la Harvard University consta la compra de minerales a Martin en fecha tan temprana como 1931. Usando recursos del Holden Fund, el profesor Palache adquirió un magnífico cristal de kunzita de la mina Pala Chief que hoy se exhibe en el Natural History Museum of Los Angeles County (NHMLAC). En el año 1933 Martin vendió ejemplares de la colección Kunz al U.S. National Museum adquiridos con recursos del Roebbling Fund. La compra incluyó diamantes de Texas, Indiana y Brasil, una kunzita de Pala, dos kunzitas talladas de North Carolina, dos vesubianitas facetadas de Italia, cobre de Michigan, nefrita de Siberia, numerosas muestras uraníferas de Checoslovaquia y Alemania, y una esmeralda sintética procedente de I. G. Farben. En esta década Martin amplió sus conocimientos, el repositorio mineral, nómina de clientes y sus recursos financieros. Asistió a reuniones académicas y comerciales de mineralogistas e ingresó en 1934 como miembro de la Philadelphia Mineralogical Society. En el año 1936 concretó otra gran operación con la compra parcial de la John Calvert Collection que comprendió un volumen de unos 100.000 ejemplares, del cual completó su recepción en 1938, con estiba en el sótano del Rockefeller Center. Martin abandonó su casa como oficina de negocios y depósitos con la colección Calver. En adelante arrendó la Suite 2008, International Building, 630 Fifth Avenue, en el Rockefeller Center. La historia cuenta que John Calvert y su hijo pasaron por apremios financieros que obligaron a la venta y la familia usó la confidencialidad para evitar que trascendiera en Londres la venta del núcleo de la colección de minerales a un comprador foráneo, ajeno a Inglaterra. El resto, que según se dice fue muy grande, fue subastado a favor de varias excelentes colecciones inglesas privadas. En la reunión GSA de New York del año 1938, Martin le vendió a Charles Palache un cristal de jeremejevita del tamaño de un dedo en la suma de US\$ 500,00 procedente de la colección Calvert. Jeremejevita es un raro borato de aluminio que había pasado inadvertido a Martin en un lote de berilo común a US\$ 2 la unidad, cuando su amigo Frederick H. Pough,

conservador del AMHU, que había conocido el mineral en la colección Vesignie de París tres años antes, le advirtió el error pocos días antes del encuentro GSA. En 1939, las ventas de Martin incluían azuritas y malaquitas de Tsumeb, dioplasas de Guchab, vanadinitas de Marruecos, azufre de Sicilia, arsénico y discrasitas del Harz, fosfofilita de Hagedorf, hessitas de Colorado, cobaltitas de Suecia y Alemania, crocoítas de Rusia y estibinitas y silvanitas de Rumania. Ejemplares de la colección austro-húngara Dr. H. von Karabacek de Praga, similar al material que el profesor Palache compró para Harvard en 1935, integraban su repositorio indicando la extensión de las andanzas europeas de Martin en esta década. Gerd Wappler de la Humboldt Universität Berlin, comentó que en 1936 Martin le ofreció a la venta material que había obtenido del famoso coleccionista romano Roberto Palumbo. *¿Por qué un judío polaco hace negocios con minerales en la Alemania hitlerista?*, se preguntó. Willie Sutton responde con ironía *¿Por qué Ud. roba bancos? ¿Porque va donde está el dinero!* Lo cierto es que Martin estuvo particularmente activo en Europa central en los años 1936, 1937, 1938, este último el año del Anschluss austriaco. Su olfato le advirtió los riesgos y con Rita alcanzaron a evacuar a 16 miembros de la familia Ehrmann residentes en Alemania, la mayor parte a los Estados Unidos y aquellos ciegos o tullidos que no obtuvieron visa de entrada, hacia la Argentina. Al pasivo y confiado resto, demasiado afincado, nunca los volvieron a ver. Entre los años 1940 y 1941, con William Foshag del Smithsonian Institute y su hijo Billy Foshag, Martin visitó México en donde incrementó sus depósitos con el fino ópalo de fuego mexicano. Por su parte, Foshag continuó en México sus exploraciones de recursos minerales para la guerra, bajo el Strategic Metals Program auspiciado por el gobierno norteamericano. También en el año 1940 Martin conoció a Harry Berman de Harvard, en una intensa y corta amistad segada por aquella caída aérea sobre Escocia que le arrebató la vida a Berman en 1944. Entre ambos ensayaron irradiar minerales con el ciclotrón de Harvard, equipo que había entrado en operaciones en octubre de 1939. El 5 de febrero de 1941 sometieron diamantes, incoloros, transparentes, de un carate promedio y buena calidad, a un haz de deuterones acelerados que les confirió un color verde muy atractivo. Luego de Pearl Harbor y durante la Segunda Guerra Mundial, Martin se alistó como voluntario en el U.S. Army a sus ya 37 años de edad. Creció durante su residencia americana un acendrado amor por su patria adoptiva, algo que la experiencia vital de la familia Ehrmann en su otra tierra de adopción, en adelante los circunstanciales enemigos, no dejó precisamente motivos para florecer. Uno de sus buenos amigos de la cofradía de los minerales en estos tiempos fue el Brigadier General Julian Hatcher, a la sazón acuartelado en Aberdeen Proving Ground de Maryland. Martin entró en el ejército como capitán en Aberdeen, el Intelligence Officer de la Bomb Disposal School. Sus peculiares talentos naturales y aquellos adquiridos en su vida aventurera parece congeniaron bien con su nuevo ambiente. El esfuerzo de la guerra necesitaba creatividad. Ascendido a Mayor (1943) y como Teniente Coronel fue Commanding Officer del Ordnance Bomb Disposal School (1944). La evolución de la guerra anti-submarina y el proyecto Manhattan del desarrollo de armas atómicas requirió cristales piezoeléctricos y piroeléctricos que la gente de Martin obtuvo de los cuarzos de Brasil y las turmalinas de Madagascar. Sus contactos fueron de mucho valor. Es el caso de su amigo hebreo Bernard Amster, director general de la francesa Compagnie General de Madagascar antes de la guerra, que también fue guerrillero con los Maquis de la Francia ocupada y perdió gran parte de su familia con el programa alemán de limpieza étnica. En calidad de Capitán Amster, en el ejército francés del General de Gaulle, en agosto de 1944 se encontró con un teniente coronel yanqui, también devoto de los minerales, en la localidad francesa de Angoulême. Tras la rendición de Alemania en 1945, Martin fue seleccionado por sus superiores, por su dúctil inteligencia y su alemán nativo fluido, a trabajar en el llamado Proyecto Paperclip que dispuso localizar científicos e ingenieros alemanes valiosos para trasladarlos a los Estados Unidos antes que los rusos alcanzaran idéntico objetivo. En ese cometido Martin entrevistó al Obergeneral Walter Dornberger, oficial alemán ligado al

desarrollo de las armas misilísticas como la V2, modelos A9 y A10, de las cuales se construyeron 12.000 unidades desde el Heeresversuchsanstalt Peenemünde y se usaron en la guerra. El Proyecto Paperclip se anotó la prioridad en la reubicación de WERNHER MAGNUS MAXIMILIAN FREIHERR VON BRAUN (1912-1977) en América, circunstancia muy importante en el desarrollo inicial de la NASA. En el año 1946 Martin dejó el U.S. Army con la medalla Legion of Merit y se asoció con William V. Schmidt y "Packy" Paskow en una compañía destinada al negocio de las piedras y minerales. Al año siguiente trabajó para Lazare Kaplan & Co. en el negocio de los diamantes, rubro monopolizado por la empresa Diamond Trading Corporation DeBeers, actividad que Martin halló lucrativa pero muy aburrida. Tal vez su relación más importante fue Vartanian & Sons, dedicados a proveer de gemas la joyería fina de Estados Unidos desde Nueva York, relación que le ofreció a Martin un grado inusual de libertad y financiamiento en su pasión por el tráfico de minerales. Hacia 1949 abrió una sucursal en Los Ángeles y movió a Rita y a su familia a California donde aún viven. Durante la guerra de Corea fue convocado por el US Army, pero declinó el alta y se ofreció como consejero, situación que aprovechó para visitar Suiza en uniforme militar. Con Joseph E. Hamilton y Thomas M. Putnam del Crocker Laboratory, University of California en Berkeley, Martin reinició la irradiación de diamantes con neutrones, deuterones y partículas alfa usando el ciclotrón de 60 pulgadas de esa institución. La coloración de diamantes por irradiación fue publicada de manera informal en *Gems and Gemology* (Ehrmann, 1950), y formal en el *American Mineralogist* (Hamilton *et al.*, 1952). En 1950 Martin también reinició sus viajes a Tsumeb y Sudáfrica tras minerales para sus depósitos y sus constantes intercambios que favorecieron los anaqueles del USNM y otros museos de América y Europa. El primer viaje mineralógico de Martin a Burma y Tailandia aconteció en 1955, excursiones que repitió varias veces y lo hubiera continuado toda su vida, pues amó a Burma. Sin embargo, en 1962 el General Ne Win se apoderó del gobierno y cerró Burma a los extranjeros. A estos viajes solía invitar a sus amigos George Switzer ó Victor Meen, del Royal Ontario Museum. Sus objetivos a partir de su base en Mogok fueron la industria birmana del jade en Mogaung, las minas de ámbar del valle de Hukong, los cortaderos de piedra de Hong Kong y el tráfico de peridotita, rubíes y zafiros birmanos a Occidente. Martin invitó una vez a sus amigos alemanes Gus Meister de Kiel y Werner Lieber de Heidelberg, con sus esposas, a una cena en mid-Wilshire. Luego en su casa de Beverly Hills les narró sus aventuras birmanas que pusieron en sus manos un rubí perfecto de 4 x 2 cm valuado en US\$ 330.000 y convertido tras lapidación en una gema de 99,99 carates. Un zafiro de intenso color azul terciopelo de 1090 carates, sin defectos, que lapidado proporcionó un rosario de costosas piedras de 135 carates. Sus contactos en la inteligencia norteamericana de la CIA, la Army Intelligence o la DIA, le añadieron facilidades adicionales cuando debía circular por regiones fronterizas, peligrosas e inseguras. Los viajes más importantes de Martin a Brasil acontecieron en el par de décadas entre los años 1950 y 1970. Están asociados al redescubrimiento de kunzita en 1961, en la gran pegmatita de Frigorífico Anglo, cerca de Sao Jose da Safira, unos 60 km al noroeste de Governador Valadares. Al topacio morado de Galileia, a las minas de amatistas de Rio Grande do Sul, a los cuarzos cristal de roca con hematita y rutilo y al primer hallazgo de las notables herderitas brasileñas. Un maravilloso monocristal de kunzita, violeta profundo de 31 x 15 x 19 centímetros y 7,5 kilogramos, compró Martin con destino al Smithsonian Institution (NMNH 120372). Conservadores de los museos de mineralogía, como John S. White del Smithsonian Institution y Gerhard Niedermayr del Naturhistorisches Museum Wien, ubican a Martin en el tope de los proveedores de muestras especiales o especímenes tipo world-class. En el año 1968 la University of Toronto Press publicó *Crown Jewels of Iran* de V. B. Meen y A. D. Tushingham, libro que explica cómo el mundo de los minerales le debe a Martin Ehrmann el acceso inicial a las joyas de la corona del Sha de Persia. El primer contacto lo tuvo en el año 1959 y la nómina de las joyas que se dió a conocer públicamente comprendió: el Darya-i Nur (Mar de Luz),

diamante perfecto de color rosa pálido, de unos 175 a 195 carates; el Taj-i Mah (Corona de la Luna), diamante incoloro de alta calidad y 115.06 carates; Nur ul-Ain (Pupila de Luz), diamante rosa fuerte y diáfano de 60 carates; el Trono Nadir: corona de miles de diamantes y cuatro esmeraldas (tres de 100 carates y una de 225 carates); el Gran Globo: corona de 46 cm de diámetro, 109 cm alto, elaborada con 34 kg de oro, con más de 51.000 gemas insertadas y cinturón con broche-hebilla de oro con diamantes de 17 carates y 84 rubíes birmanos cuyo peso total excede los 400 carates. Su amigo George Switzer cuenta el hábito de rotar la exposición de sus nuevos materiales entre el AMNH, Harvard y el USNM, una costumbre de Martin anterior a la guerra que luego amplió a las instituciones públicas californianas de la costa pacífica. Sólo los coleccionistas privados muy importantes lograban una atención personal de Martin, que estaba dotado de una memoria fabulosa acerca de los materiales que había visto en colecciones privadas o institucionales. Se le recuerdan anécdotas con diferentes personajes en distintas épocas: con Niedermayr en Wien y los diamantes sudafricanos; con Marion Godshaw sobre las dioplasas de Mindouli, en el Congo medio; con Dick Bideaux y sus pretensiones frustradas de intercambios para la Sorbonne y el Museum National d'Histoire Naturelle en París; con John Barlow y las argiroditas y fosfofilitas de Bolivia; con el propio Cliff Frondel y los finos especímenes de Franklin que aparecieron en las vitrinas del Museo Fersman de la Soviet Academy of Science en Moscú; con los herederos de la afamada colección americana Sansom-Vaux de Philadelphia y las 25 muestras minerales de calidad superlativa derivadas a las exposiciones del Smithsonian Institution, del American Museum of Natural History y del Natural History Museum of Los Angeles County; o con Glen Shepard y el famoso diamante amarillo canario, donde Martin mostró suma habilidad para negociar en el montepío federal americano los diamantes y las joyas confiscadas por problemas impositivos. En julio de 1967, en África oriental, el pirquinero Manuel d'Souza denunció el hallazgo de zafiros azules y pardos a unos 65 km al sudeste de Arusha, Tanzania. En septiembre de ese año la firma Gebruder Bank, Idar-Oberstein, recibió de manos de un tal "Herr Wolff" las primeras muestras de una gema desconocida descrita de modo provisorio como una variedad preciosa de cordierita o dumortierita. Hermann Bank y el profesor Waldemar Berdesinski de la Universität Heidelberg la identificaron como variedad gema de zoisita y acuñaron el topónimo tanzanita. Miles de carates de tanzanita se comercializaron en pocos años hacia los museos y las colecciones particulares, cuyos mejores especímenes pasaron por las manos de Martin. Las firmas Gebruder Bank, Saks Fifth Avenue, Vartanian & Sons y Tiffany and Co. canalizaron la mayor parte de su mercado. En el año 1971 y a través de su agente brasileño Levon Nercessian, Martin adquirió el lote central de las elbaítas de calidad gema descubiertas en la mina Cruzeiro de Minas Gerais en una de sus últimas operaciones. Siempre fue el gran fumador empedernido y un cáncer de pulmón terminó con su cinematográfica vida al año siguiente.

El mineralogista norteamericano ESPER SIGNIUS LARSEN JR. (1879- 1961) también perteneció a la escuela de Dana en Harvard como un personaje muy destacado. Fue el padre del mineralogista y petrógrafo homónimo Esper Signius Larsen III (1912-1961) que se graduó en la Harvard University siguiendo sus pasos y el destino le deparó una corta trayectoria de vida. En efecto, Larsen III murió el mismo año que su padre con apenas 48 años. El abuelo Larsen arribó a América desde Bornholm, Dinamarca y fue el primer cónsul danés radicado en Portland, Oregón. Su nieto Larsen III nació en Los Ángeles, California, cursó sus estudios elementales entre Washington D.C. y Belmont, Ma., para ingresar a la Universidad de Harvard en el año 1930. Quizás estudiar geología en la escuela en la cual su padre era profesor de petrografía se interprete como señal de poca independencia, pero su vocación ya desde el colegio se orientó a la matemática, la física, la química y la geología. Alcanzó su B.S. en 1934, su M.S. en 1935 y asistió durante tres años en calidad de ayudante del profesor Louis Graton como microscopista de minerales opacos y transparentes (1937-1940). Defendió su tesis de

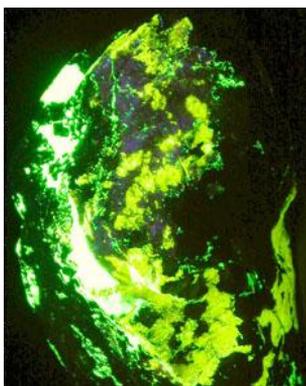
doctorado sobre la mineralogía y paragénesis de los fosfatos en Fairfield, Utah (1940). En los años 1941 y 1942 trabajó de petrógrafo para el laboratorio Saranac en varias investigaciones industriales sobre casos de tuberculosis, la silicosis minera, la morbilidad de los asbestos y de otros materiales peligrosos para la salud humana. En 1942 ingresó al U. S. Geological Survey en Washington D. C. para trabajar de petrógrafo en sus laboratorios hasta su muerte. Durante la segunda guerra mundial cumplió servicio convocado al U. S. Corps of Engineers para evaluar terrenos y confeccionar mapas con fines militares. En cambio su padre, Esper Signius Larsen Jr., sobresalió en la escuela de Dana mediante sus notables resultados académicos que minimizaron su conocida fama de distraído extremo entre los docentes de Harvard. Nacido en Astoria, Oregón, se graduó en el colegio secundario de Portland en el año 1898 e ingresó a la Universidad de California para estudiar ingeniería de minas. Allí reorientó su vocación hacia la mineralogía y la petrología, recibió su diploma B.S. de geología en 1906 y trabajó en investigación para el Geophysical Laboratory (1907-1908) investigando por primera vez el papel del cuarzo como geotermómetro, lo cual abrió una ventana al conocimiento de las condiciones en el interior de la tierra y publicando *The relation between the refractive Index and the density of some crystallized silicates and their glasses*; y *Quartz as a geologic thermometer* (con Wright 1909). Ese año Larsen Jr. se incorporó al United States Geological Survey como asistente geólogo (1909-1914), geólogo (1914-1918) y a cargo de la sección petrología (1918-1923). Defendió su tesis de doctorado en la Universidad de California (1918), pero siguió ligado al Geological Survey trabajando así el apoyo necesario para sus investigaciones de campo en los siguientes 40 años. Ocupó la plaza de profesor ordinario de petrología en Harvard entre los años 1923 y 1949. Si bien la producción científica del profesor Larsen Jr. supera las 130 publicaciones, en donde dió a conocer 24 nuevas especies minerales, tal vez su mayor impacto, por el cual es reconocido y de uso cotidiano en los gabinetes de mineralogía del mundo entero, sea el obtenido con el boletín del USGS *The Microscopic Determination of the Non-Opaque Minerals* (1921), en especial con su segunda edición ampliada en colaboración con Harry Berman (1934), que detalla los parámetros ópticos y cristalográficos de centenares de minerales transparentes para su determinación con el microscopio de polarización. Sus vinculaciones académicas incluyen la membresía en la National Academy of Sciences, la American Academy of Arts and Sciences, el American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, la Geological Society of America, la Mineralogical Society of America (electo presidente en 1928), la Society of Economic Geologists, la Mineralogical Society of Great Britain y la Geological Society of London. Los reconocimientos comprenden la Roebling Medal de la Mineralogical Society of America (1941) y la Penrose Medal de la Geological Society of America (1953). En el año 1950 *The American Mineralogist* dedicó su volumen 35 Professor E.S. Larsen sobre *Studies in Petrology and Mineralogy*. Tras su muerte y desde 1989, se estableció el Esper Signius Larsen Jr. Research Fund para apoyar las investigaciones de profesionales jóvenes en los campos de la mineralogía, petrología y geología. Estudió y publicó las nuevas especies hinsdalita (1911); cebollita y searlesita (1914); creedita (1916); litargirio (1917); Zn-melanterita (1920); merwinita (1921); beidellita y metavariscita (1925); englishita, gordonita y millisita (1930); juanita (1932); tilleyta (1933); montgomeryita y overita (1940). A Larsen Jr. le dedicaron dos minerales: esperita, un silicato monoclinico de calcio, plomo y zinc; y larsenita un nesosilicato rómbico de plomo y zinc, ambas especies procedentes del skarn de Franklin, New Jersey y publicadas por Palache *et al.* (1928).

El mineralogista norteamericano PAUL FRANCIS KERR (1897-1981) distinguido profesor de la Universidad de Columbia, ámbito de su fecunda trayectoria docente durante 41 años, nació en Hemet, California. Cursó sus estudios básicos en el Occidental College donde alcanzó su bachillerato en 1919, para luego defender su tesis de doctorado por la Stanford University en el año 1923 bajo la dirección de Austin Flint Rogers. Entre los años 1924 a 1965

ocupó la cátedra de Mineralogía en Columbia desde la cual publicó 226 trabajos científicos y orientó en sus respectivos doctorados a 113 estudiantes de geología. Diseñó y construyó la primera platina de aguja para la orientación de los cristales en los líquidos de inmersión con vistas a la medida de sus índices de refracción (1924) y fue presidente del New York Mineralogical Club (1928), director de departamento en Columbia (1944-1950) y el primer Newberry Professor of Mineralogy (1959-1965). Tras su jubilación continuó de Newberry Professor Emeritus con la dirección de los alumnos de doctorado en Columbia. Es difícil resumir todas las distinciones y posiciones académicas que recibió el profesor Kerr en las décadas de su dilatada trayectoria, décadas en las que fue secretario de la Mineralogical Society of America (1934-1944), su presidente en 1946 y vicepresidente de la Geological Society of America (1947). Miembro honorario de la Great Britain's Mineralogical Society (1972), recibió también la medalla K. C. Li (1957) y el premio al miembro distinguido de la Clay Minerals Society (1970). La revista *The American Mineralogist* publicó el volumen de *Mineral Studies*, dedicado a Paul Francis Kerr en el año 1965. Una década después Kerr difundió su conocido y popular manual de enseñanza *Optical Mineralogy* (1977), publicado por McGraw-Hill y luego traducido a varios idiomas. Una versión primera de este libro, en coautoría con Rogers, se publicó en 1933. La sistemática mineral le reconoce autoría en las nuevas especies hidrotungstita (1944), cattierita (1945), vaesita (1945) y sengierita (1949). El mineral paulkerrita es el fosfato rómbico de potasio, magnesio, hierro y titanio procedente de la mina Bagdad, en las pegmatitas aflorantes en el 7-U-7 Ranch, Arizona, USA, que le dedicaron a su memoria Peacor *et al.*, en el año 1984.



Esper S. Larsen Jr. (1879- 1961)

Esperita $\text{PbCa}_3\text{Zn}_4[\text{SiO}_4]_4\text{-P}_2/\text{n}$ 

Paul Francis Kerr (1897-1981)

El mineralogista japonés YAICHIRO WAKABAYASHI (1874-1943) nació en Kanazawa, en la prefectura Ishikawa del Japón y se graduó de ingeniero de minas en la Universidad Imperial de Tokio hacia el año 1889. Tras defender su doctorado en esa universidad, ingresó a trabajar para la Mitsubishi Company Ltd y la Mitsubishi Mining Company impulsando el desarrollo de la tecnología minera del Japón en las primeras décadas del siglo XX. Wakabayashi fue un recolector obsesivo de minerales para colección y estudio demostrando finas cualidades de observador y naturalista. Con Yoshimura publicaron el primer hallazgo japonés de la nueva especie dachiardita sódica (1977), a un par de años apenas del descubrimiento italiano original. Vinculado a la Universidad de Tokio, donó su notable colección a su Instituto de Mineralogía y hoy forma parte del patrimonio del Museo de la Universidad de Tokio fundado en 1966. Contiene más de dos mil muestras que incluyeron treinta especies nuevas donde figura wakabayashilita, el sulfuro hexagonal de arsénico y antimonio hallado en la mina White Caps, Nevada, USA, mineral que Kato *et al.* le dedicaran a su memoria en el año 1970.

TEI-ICHI ITO (1898-1980) fue destacado profesor de mineralogía en el Mineralogical Institute del Departamento de Ciencias de la Universidad de Tokio. Nació en Osaka y se graduó en geología en la facultad de ciencias de la Universidad de Tokio en el año 1923. Realizó varias pasantías, con el profesor Takuji Ogawa para estudiar petrología en la Graduate School de la Kyoto University (1924) tras la cual publicó su primer artículo en japonés *Zonal growth of plagioclase and soda-orthoclase* (1925); con el profesor Paul Niggli por cristalografía en la Eidgenössische Technische Hochschule de Zürich (1926 a 1928), pasantía desde donde editó los trabajos *Die Kristallisationsverhältnisse von Arakawait* y *Die Diamantgitterkomplexe im rhombischen System* (1927), *Isogonale Polyeder und Partikelgruppen* (1929) y *Radienquotient der Partikelgruppen und Koordinationszahl* (1930). Por último una pasantía en la Victoria University de Manchester por las técnicas de difracción de rayos X con los profesores William Lawrence Bragg y Joseph West, estudiando con este último las estructuras de hemimorfita y bertrandita (1931 a 1932). Entretanto su posición académica en Japón creció con sus reconocidos logros nacionales e internacionales que le valieron la Roebling Medal de la Mineralogical Society of América en el año 1968. Su carrera universitaria se inició como ayudante de la docencia en la cátedra de Mineralogía de la Universidad de Tokio (1924), profesor asistente (1925) y profesor titular (1943). Defendió su doctorado en la Tohoku University con la investigación sobre la piedra de luna, con sus reflejos azulados en ciertos feldespatos alcalinos (1933). A partir de 1956 y en paralelo con su cargo docente en Tokio, ocupó la plaza de profesor de mineralogía en la Universidad de Kyoto, para jubilarse más tarde en Tokio (1959) y en Kyoto (1961). Antes de la Segunda Guerra Mundial, con su talento para la investigación estructural, un empleo original de las técnicas de rayos X y la ayuda de sus discípulos en Tokio, ya definió o perfeccionó las estructuras de epididimita, telurita, epidoto, eudidimita, vivianita, simplesita, warwickita, ludwigita, pinakiolita, boracita, turmalina, ludlamita, axinita, rejalgar, datolita, parasimplesita, boléita, kotoíta, lievrita, antigorita y oropimento. Tras la guerra sus métodos fueron apreciados en América y Europa por la edición inglesa de su libro *X-ray Studies in Polymorphism* (1950). Líder nato para proyectar su entusiasmo a sus colaboradores Sadanaga, Takéuchi, Sawada, Morimoto, Mori, Imai, Sudo, Takeda, Niizeki y Jun Ito, el profesor Ito elaboró una teoría del polimorfismo, un nuevo método en rayos X para indexar los diagramas de polvo en la difracción de los cristales y demostró su fuerte influencia en el desarrollo de la mineralogía hacia la mitad del siglo XX, en especial para abordar la compleja sistemática de los boratos. Algunos de sus discípulos lo sucedieron en la cátedra de mineralogía en Tokio, el caso de Yoshio Takéuchi e Hiroshi Takeda y los minerales takéuchiíta y takedaíta hoy son boratos de skarn que se identificaron como una consecuencia del trabajo de este grupo. En el ejemplo de takéuchiíta, un borato rómbico de magnesio y manganeso, su existencia teórica fue vaticinada por el propio Takéuchi como polimorfismo posible entre los boratos afines con pinakiolita y ortopinakiolita, para luego ser descubierto por Bovin y O'Keeffe en el inagotable skarn de la mina Långban, Värmland, Suecia (1980), el lugar donde más tarde Dunn *et al.* hallaron fredrikssonita, otro borato polimorfo de los anteriores (1983). Finalmente, todos estos estudios estructurales le permitieron a la mineralogía definir la Clase 6 Boratos, separando sus minerales de nitratos y carbonatos, compañeros en la antigua Clase 5. Ito recibió distinciones y premios como miembro de la Japan Academy of Science (1945), miembro honorario de las nuevas Mineralogical Society of London (1953) y de la Mineralogical Society of América (1960). Publicó las nuevas especies parasimplesita (con otros, 1953); willieíta (con Moore, 1973); whiteíta-(CaFeMg) (con Moore, 1978) y rosemaryíta (con Moore, 1979). El mineral itoíta, un sulfato básico de plomo y germanio con simetría rómbica, descubierto en la mina Tsumeb, Namibia, África, fue nominado en su homenaje por Frondel y Strunz en el año 1960. Su colega ZYUNPEI HARADA (1898-1992) nació el mismo año que Ito y fue el profesor emérito de la cátedra de Mineralogía en la Universidad de Hokkaido, Japón. Oriundo de Yokohama,

adquirió su escolaridad elemental en la Fourth High School de Kanazawa y se matriculó para estudiar geología en el Geological Institute de la Universidad de Tokio durante el año 1921. Defendió su trabajo final sobre la geología y petrología de Hachijojima en las Izu Seven Islands bajo la dirección del profesor Bunjiro Koto (1924). Luego se trasladó al oeste del Japón y ocupó plaza de profesor en la Kumamoto Higher Technical School y en la Fifth High School, ambos establecimientos en la ciudad de Kumamoto (1925). En este destino continuó sus investigaciones científicas y preparó un artículo para el volumen homenaje a los setenta años del profesor Koto intitulado *Notes on some Bombs from Volcano Hachijo-Fuji, Hachijo Island* (1926). Ese año el parlamento japonés autorizó la creación de la Facultad de Ciencias en la universidad de Hokkaido, en Sapporo, y una comisión de académicos notables impulsó un sistema de becas para financiar estadias en USA y Europa a jóvenes investigadores promisorios. Harada fue uno de los elegidos y durante 1928 estudió mineralogía con Leonard James Spencer (1870-1959), conservador entre los años 1927 a 1935 del Mineral Department en el Natural Science Museum de Londres. Estudió cristalografía en la Eidgenossische Technische Hochschule, Zurich, bajo la dirección de Paul Niggli durante 1929. Más tarde se vinculó con Jean Adolphe Rose en la Universität Hamburg para estudiar la danburita de Obira, Japón, que publicó como *Beiträge zur Kenntnis der optischen und chemischen Eigenschaften des Danburits von Obira, Japan* (1931). De regreso en Japón, ingresó como profesor asociado en el nuevo departamento de geología y mineralogía de la facultad de ciencias en la Universidad de Hokkaido. En 1932 ascendió a titular en la cátedra de Mineralogía, cargo que ocupó durante treinta años hasta su jubilación en 1962, cuando fue sucedido por Kenzo Yagi y designado emérito. Entre 1933 y 1939, continuando sus estudios de Hamburgo sobre danburita, Harada se interesó por los minerales de boro y publicó una serie intitulada *Studien über japanischen Bormineralien* y propuso una tesis doctoral que defendió en la Universidad de Tokio con el tema *Study on the Boron-bearing Minerals of Japan* (1939). En la década del 30 el conocimiento de los minerales en los alrededores de Sapporo era muy limitado. Harada y sus estudiantes se empeñaron en cambiar esto publicando el libro *Minerals of Hokkaido* (1935) con la descripción de 124 especies. La segunda edición publicada en el año 1984 ya incluyó la descripción de 390 especies en esta isla donde la minería del manganeso a pequeña escala se incrementó en los años de la Segunda Guerra Mundial. Harada orientó sus investigaciones al manganeso publicando *Manganese Ore Deposits in Hokkaido* (1949), *On the Manganese Carbonate Ore Deposits in Hokkaido* (1955) y *Supplement to Manganese ore deposits of Japan, Part II, Manganese Mines of Japan* (por Yoshimura, 1969) demostrando una metalogenia por actividad bacteriana para el manganeso en las menas donde ya se había descubierto el mineral todorokita, óxido de manganeso monoclinico hidratado de la mina Todoroki (Au-Mn), Hokkaido, por su colega Yoshimura en el año 1934. TOYOFUMI YOSHIMURA fue profesor de mineralogía en la Universidad de Kyushu, Hakozaki, Fukuoka, Japón, desde donde publicó los minerales teinita (1939) y dachiardita sódica (con Wakabayashi, 1977). El mineral yoshimuraita, un silicato triclinico complejo de bario, titanio y manganeso, le fue dedicado por Watanabe *et al.* en el año 1959. En la búsqueda de recursos minerales, Harada fue director de la delegación Hokkaido del Geological Survey of Japan entre los años 1947 a 1948. Consejero de la Japanese Association of Mineralogists, Petrologists, and Economic Geologists, miembro de la Geological Society of Japan y de la Mineralogical Society of América. Primer presidente de la recién fundada Mineralogical Society of Japan (1952) y decano de la facultad de ciencias de la Universidad de Hokkaido (1958-1962). De contextura atlética como su colega y amigo Takeo Watanabe, presidió durante 14 años el Alpine Club of Hokkaido University incentivando a sus estudiantes a hacer cumbre en las montañas japonesas. Para la enseñanza escribió el manual *Introducing to mineralogy* con dos ediciones (1957 y 1973). Entre sus artículos publicados también cabe mencionar *Über die optischen Daten des Danburits von Scopí, Schweiz* (1933); *Über die Lichtbrechung des Scheelits von Japan* (1934); *On anorthites in the volcanic rocks of Japan* (1936); *Chemische Analysenresultate von japanischen Mineralien*: I. (1936) y II. (1954);

Star-shaped trillings of enargite from the Kamikita mine, Aomori prefecture, Japan (con Kitahama, 1951); *On some sulphosalt minerals (tetrahedrite and tennantite) from northern Japan* (1952); *On the thermoelectric potential of pyrite from the Tutiya Isizaki mine, Hokkaido, Japan* (1954); *Über den Zinnober von der Itomuka mine, Hokkaido, Japan* (1955). Por sus méritos y tras su retiro en 1962, el gobierno de Hokkaido lo distinguió con el Hokkaido Science and Technology Prize. Sus colegas Takéuchi y Joswil le dedicaron el nuevo mineral haradaíta, un sorosilicato rómbico de estroncio y vanadio descubierto en la mina Yamato, Kagoshima, Japón (1967).



Tei-Ichi Ito (1898-1980)



Zyunpei Harada (1898-1992)



Harry Berman (1902-1944)

Un breve comentario para el físico y cristalquímico KENJIRO KIMURA (1896-1988) profesor de la Universidad Imperial de Tokio y pionero del Japón en el tema nuclear, la radioquímica y la mineralogía de las tierras raras. Nació en Utsunomiya e ingresó en 1916 a la Universidad Imperial de Tokio para su formación académica en física, química y matemáticas, disciplinas en las cuales se graduó durante el año 1920. Trabajó algunos años con Yuji Shibata (1882-1980), investigador que introdujo en la geoquímica del Japón el empleo analítico de los métodos espectrométricos. Entre ambos han publicado los primeros análisis químicos de los minerales radiactivos japoneses. Descubrió y publicó la nueva especie ishikawaíta, óxido doble de uranio y niobio, un topónimo por el distrito uranífero Ishikawa, Fukushima, Iwaki, Japón (1922). El mineral kimuraíta-Y, un carbonato rómbico de calcio e itrio con seis moléculas de agua de cristalización, descubierto en las venillas y oquedades de los basaltos alcalinos en Saga, Kirigo, Kyushu, Japón, le fue dedicado por Nagashima *et al.* (1986). Este primer autor se trata de KOZO NAGASHIMA (1925-1985), químico japonés, sucesor de Kimura y Shibata en el estudio de las tierras raras en las islas japonesas, que fue profesor de química analítica en el departamento de Química de la Universidad de Tsukuba, Ibaraki, Japón. Un gran especialista en mineralogía de las tierras raras coautor, además, en el estudio y publicación de las nuevas especies iimoriíta-(Y) (1970); hidroxillestadita (1971); masutomilita (1977); kinichilita (1981) y amoniolucita (1986). El mineral kozoíta-(Nd), un carbonato de neodimio hallado en los mismos basaltos alcalinos de Saga como un producto de transformación de lantanita-(Nd), fue dedicado a la memoria de Kozo Nagashima por Miyawaki *et al.* (2000).

El mineralogista norteamericano HARRY BERMAN (1902-1944) se destacó en varios campos durante su corta vida. Inició sus estudios de ingeniería y matemáticas en el Carnegie Institute of Technology y en el año 1922 ocupó un cargo de asistente de la sección mineralogía en el U.S. National Museum en Washington DC. Hacia 1924 ingresó como asistente de mineralogía para trabajar con el profesor Charles Palache en la Harvard University, en donde pudo desarrollar su pasión por los minerales. Berman dominaba la base físico-química de la

mineralogía mejor que Palache y su cooperación fue muy útil. Entre los años 1932 y 1933 realizó pasantías en el extranjero con una beca externa para perfeccionarse en mineralogía con John Desmond Bernal (1901–1971) en Cambridge, Inglaterra y en la cátedra de Viktor Moritz Goldschmidt en Göttingen, Alemania. En 1933 Berman instaló el primer equipo de difracción de rayos X que funcionó en Harvard. En 1934 y bajo la guía del profesor Larsen Jr., el autor senior, publicaron en el USGS Bulletin 848 la segunda edición de *Microscopic Determination of the Nonopaque Minerals*, tablas de uso internacional extendido para la identificación microscópica de los minerales transparentes. En 1936 defendió su doctorado por la Universidad de Harvard con el tema *Classification of the Natural Silicates*. En 1940 ocupó las plazas de profesor asociado de mineralogía y de conservador del Mineralogical Museum en Harvard, cargos que ejercía al momento de su prematura muerte en un accidente aéreo sobre Escocia. Fue un denodado impulsor del desarrollo del equipamiento para la investigación mineral. Contribuyó al diseño de la microbalanza de torsión Berman para la determinación precisa del peso específico sobre micromuestras de 5 mg e introdujo el primer separador isodinámico Frantz para la separación magnética de minerales en Harvard, donde los alumnos del posgrado admiraron sus cualidades como docente e investigador. En 1942 apoyó a los Reeves Sound Laboratories de Nueva Cork, con sus amplios conocimientos cristalográficos, en los procesos de elaboración industrial de placas de cuarzo piezoeléctrico para osciladores destinados a la creciente empresa discográfica. Consultor referente en estos temas y contratado por el gobierno británico para su industria bélica, fue en un viaje a las islas cuando aconteció la caída fatal. Otras publicaciones con su participación fueron *Barysilite from Franklin Furnace* (1926); *Löllingite from Franklin, New Jersey*; *Optical properties of zincite from Franklin, New Jersey*; *Graftonite from a new locality in New Hampshire* (1927); *Larsenite, calcium-larsenite, and associated minerals at Franklin, New Jersey*; *Friedelite, schallerite and related minerals*; *Norbergite from Franklin, New Jersey* (1928); *Neue optische Daten wenig bekannter Mineralien*; *Scorodite from Gold Hill, Toole County, Utah*; *Pegmatites minerals of Poland, Maine*; *Notes on some Franklin minerals* (1930); *Composition of the alkali amphiboles* (1931); *Fibrous brucite from Quebec*; *Crystallography of allactite from Långban, Sweden* (1932); *Barium muscovite from Franklin, New Jersey*; *Zur Geochemie der Alkali-metalle*; *Oxidation products of pitchblende from Bear Lake* (1933); *Constitution and classification on the natural silicates* (1937); *Natural amalgams* (1938); *Crystallography of aramayoitte*; *Re-examination of colusite*; *A torsion microbalance for the determination of specific gravities of minerals* (1939); *Symposium on diamonds* (1942). Investigó el grupo de las mellilitas publicando *Composition of the melilite group* (1929). Describió las nuevas especies minerales loseyíta, mooreíta y torreyíta (con Bauer, 1929), landesita (con Gonyer, 1930), moschellandsbergita (con Harcourt, 1938) roweíta (con Gonyer, 1937) y bellingerita (con Wolfe, 1940). Hurlbut le dedicó el mineral bermanita (1936), un fosfato monoclinico de manganeso, con cuatro moléculas de agua de cristalización, procedente de pegmatitas aflorantes en el 7-U-7 Ranch, Arizona, USA.

El mineralogista norteamericano CORNELIUS SEARLE HURLBUT JR. (1906-2005) alcanzó el cargo de profesor emérito en la cátedra de Mineralogía de la Harvard University, USA, reconocido como una de las figuras emblemáticas de la llamada escuela de Dana durante el siglo XX. Nació en Springfield, Massachusetts, de padre odontólogo. Ingresó en el Antioch College (1929) donde se graduó para ingresar a estudiar geología en Harvard University (1933). Adquirió su primera experiencia en petrología bajo la dirección del profesor Esper S. Larsen en el estudio de la tonalita Bonsal, en San Diego County, California, su tema de doctorado. Luego fue parte del grupo de investigación dirigido por Larsen para estudiar las Highwood Mountains de Montana. Su incorporación laboral en la escuela de Harvard como instructor de petrografía y auxiliar de profesor Charles Palache para los cursos elementales de mineralogía aconteció en el año 1934. Tras la jubilación de Palache, Hurlbut prosiguió su carrera docente en la cátedra de Mineralogía hasta su retiro (1972). Autor de un celebrado libro de texto *Manual of Mineralogy of Dana*, que reescribió totalmente para su edición decimoquinta (1941). El éxito del libro se

aprecia en las sucesivas ediciones mejoradas (1952, 1959, 1971) y su traducción al español. Fue miembro de la *John Simon Guggenheim Memorial Foundation* (1954). Publicó otros libros *Minerals and Man* (1968, 1970); *Gemology* en colaboración con George Switzer (1979) y con Robert Kammerling (1991); *Dana's Minerals and How to Study Them* en colaboración con Sharp (1998). El *Manual of Mineralogy after James D. Dana*, en coautoría con Cornelis Klein también vio varias ediciones (1977, 1985, 1993, 1999), la última pertenece a la nuevamente reformada edición N° 21 del manual original de Dana. Sus manuales siempre fueron un suceso popular traducido a varios idiomas. Uno de sus apreciados artículos es *Quartz: The story of one of the earth's most important minerals and its precious varieties* (1970-1971). Luego de jubilarse, Connie demostró su tenacidad y dedicación al continuar sus tareas de investigación, en especial en gemología y en mineralogía de los boratos. En la enseñanza siguió dictando conferencias en el Boston College. Viajó a la Argentina para visitar yacimientos de boratos en la Puna con el eminente profesor argentino Lorenzo Aristarain de la Universidad Nacional de La Plata, oportunidad donde dictó también conferencias en tres universidades del país. Hurlbut recibió numerosas distinciones, el Neil Miner Award por la National Association of Geoscience Teachers (1966), el Carnegie Mineralogical Award durante el Tucson Gem and Mineral Show de 1994, cabeza del departamento de Geología en Harvard y oficial de la Mineralogical Society of America. Largos años se desempeñó de revisor editorial en *Gems & Gemology* (1981-2001). Estudió y publicó las nuevas especies bermanita (1936); aminoffita e hilgardita (1937); sampleíta (1942); bikitaíta (1958); sigloíta (1962); ezcurrita, rivadavita y ameghinita (con Aristarain, 1967); beusita y teruggita (con Aristarain, 1968); olsacherita (con Aristarain, 1969); y aristarainita (con Erd, 1974). El mineral hurlbutita, fosfato monoclinico de berilio y calcio procedente de la pegmatita Smith, Newport, New Hampshire, USA, fue nominado en su homenaje por Mrose en el año 1951. Dos conocidos mineralogistas norteamericanos, Mary Mrose y George Ericksen, han realizado sus carreras profesionales desde los laboratorios del U.S. Geological Survey y han compartido la predilección de Connie Hurlbut por los minerales oxidados y evaporíticos exóticos del Altiplano y la Puna, especialmente en los salares, salinas y calicheras de los Andes centrales en América del Sur. MARY EMMA MROSE (1910-2003) nació en Massachussets y asistió en Salem, por su escolaridad elemental, en la Massachusetts Teachers School. Estudió historia, geografía y música (piano en el New England Conservatory of Music), se graduó en geología por la Boston University y trabajó de ayudante de investigación en la universidad de Harvard, donde colaboró durante los años 40' con Palache, Berman y Frondel, en el segundo volumen de la séptima edición del *The Dana's System of Mineralogy*. En el año 1953 se incorporó al U.S. Geological Survey en donde publicó más de 70 trabajos de reconocida calidad, muchos sobre nuevas especies minerales con sus investigaciones de campo, hasta alcanzar su jubilación en el año 1983. Miembro de la Mineralogical Society of America (MSA), también actuó en el GeoScienceWorld (GSW) como tesorera (1956-1958) y vicepresidente (1976). Tras su retiro sirvió en el National Institute of Standards and Technology (NIST), entre los años 1983-1999. Mary Mrose colaboró con el Ludó Frevel Crystallography Scholarship Program y con el International Centre for Diffraction Data en la edición del muy útil Powder Diffraction File. Sin embargo, la pasión de su vida de naturalista se orientó a los árboles y a su hobby predilecto, las técnicas y el arte del bonsái como miembro de la National Bonsai Foundation. Asistió de voluntaria en la biblioteca del U.S. National Arboretum, en el State Grove of Trees y fue destacada colaboradora del National Bonsai & Penjing Museum, institución que recibió sus desvelos para que sus colecciones adquirieran fama mundial. Sus donaciones y su trabajo se materializaron en el Marie Emma Mrose International Pavilion del museo, edificio que recibió recientemente el nombre de su benefactora durante la 5th World Bonsai Convention del año 2005. Mroseíta, un carbonato rómbico de telurio y calcio, procedente de la mina Moctezuma, Sonora, México, es el mineral que le dedicaron Mandarinino *et al.* en el año 1975. Por su parte, GEORGE EDWARD ERICKSEN (1920-1996) nació en Butte, Montana, transcurriendo su niñez

en una finca agrícola situada en el Deer Lodge Valley, sito a unos 40 km al noroeste de esa ciudad. Despierta su vocación adolescente por los minerales el hallazgo de zafiros en el aluvión de un arroyo que atravesaba la finca y el asistir a una emotiva conferencia del presidente de la Montana School of Mines sobre exploraciones geológicas realizadas en los Andes. Así ingresó a estudiar geología en la University of Montana (1938) y luego se empleó como auxiliar junior de exploración del U.S. Geological Survey (1942) para la prospección de minerales estratégicos. Hasta el año 1945 trabajó en los distritos de Sloan y Gabbs, Nevada, en Marble, Washington, y en Montpelier, Idaho, tras recursos de magnesio y de uranio destinados al esfuerzo bélico de la Segunda Guerra Mundial. En 1946 obtuvo su BS por la universidad de Montana y en 1949 su MS por la universidad de Indiana, año en el cual realizó su primera comisión de servicio en Sudamérica para el USGS desde Lima, Perú, explorando por depósitos metalíferos (Ag, Zn, Pb) en los Andes peruanos del norte y en la Cordillera Blanca. Su estudio del distrito minero Hualgayoc lo presentó como un trabajo de tesis para obtener su doctorado por la Columbia University (1956). A partir de 1954 y como jefe de la misión del USGS en Chile, desarrolla la etapa principal de su carrera al frente de una agencia geológica con estrechas vinculaciones al Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile, al Servicio Nacional de Geología y Minería y al Departamento de Geología de la Universidad de Chile en Santiago. George Ericksen destacó por sus estudios de los salares del norte de Chile y de sus minerales, con el apoyo de muchos colegas chilenos y en especial del talento mineralógico de Mary Mrose, publicando sobre las nuevas especies: darapskita (1970), brüggerita (1971), hectorfloresita (1983), iquiqueíta (1986), fuenzalidaíta y carlosruizita (1994). En su etapa final, Ericksen trabajó en EEUU y también en Bolivia, tanto con las evaporitas del salar de Uyuni como con los depósitos metalíferos subvolcánicos de metales preciosos y estaño. Tras su retiro en los años 90', luego de 50 años de actividad profesional, donde acumuló más de noventa publicaciones y varias distinciones (la Orden de Bernardo O'Higgins; el premio Herbert Thomas de la Sociedad Geológica de Chile; premio por Servicios Meritorios a la Minería del gobierno de Bolivia; el 80th Anniversary Award del Geological and Mining Institute of Peru; el 1993 Honors Award del College of Mining of Peru; el Richard Owen Award de la Indiana University; el Distinguished Alumnus Award de la University of Montana y el Meritorious and Distinguished Service Awards del U.S. Department of the Interior), murió de cáncer en Reston, Virginia, el 14 de enero de 1996.



Cornelius S. Hurlbut (1906-2005)



Takeo Watanabe (1907-1986)



Clifford Frondel (1907-2002)

El mineralogista japonés TAKEO WATANABE (1907-1986) fue profesor emérito de la Universidad de Tokio y dedicó toda su vida al desarrollo académico de la mineralogía y la geología económica en el Japón. Nació en Tokio, la ciudad donde cursó los diferentes niveles de enseñanza para graduarse en el departamento de geología de la Universidad Imperial de

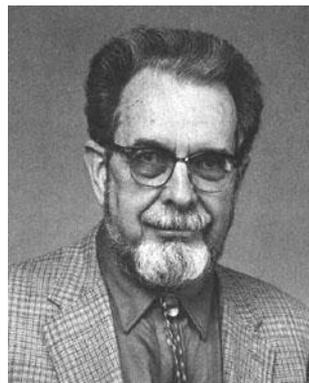
Hokkaido con una tesis sobre *Geology and ore deposits of the Suwan Mining District, Korea* en el año 1931. Sus potentes cualidades intelectuales y físicas lo promovieron con fuerza en la docencia universitaria y en las competencias atléticas. Entre 1936 y 1939 realizó una pasantía en la cátedra de Mineralogía de la Universität Berlin, Alemania, para formarse con el profesor Paul Ramdohr y su entonces ayudante Hugo Strunz, quienes le ayudaron a definir la nueva especie mineral kotoíta, un borato de magnesio hallado durante el trabajo de su tesis doctoral en Corea. Ejerció en calidad de profesor de mineralogía en Tokio (1944-1968) hasta su jubilación, luego en la Universidad de Nagoya (1968-1971) y más tarde en la Universidad de Akita utilizando su calidad de emérito y su excelente salud. Miembro de la Mineralogical Society of America, fue presidente de la Sociedad Japonesa de Mineralogía, consejero de la International Mineralogical Association (IMA), presidente de la Asociación Japonesa de Geología y de la Asociación Japonesa de Geología Económica en diversas oportunidades. En su momento presidió la Universidad de Akita, durante los años 1971 a 1976. Describió y editó las nuevas especies kotoíta, (1939); suanita (1953); yoshimuraíta (1959) y jimboíta (1963). El mineral watanabeíta, una sulfosal arsenical de cobre, de simetría rómbica y procedente de la mina Teine, Sapporo, en Hokkaido, Japón, le fue dedicado a su memoria por Shimizu *et al.* (1993). Seis años más tarde se reportó la segunda yacencia en el mundo de watanabeíta en la veta Triunfo del Cerro Atajo, grupo minero Farallón Negro, Catamarca, Argentina.

El mineralogista norteamericano CLIFFORD FRONDEL (1907-2002), un neoyorquino que recibió su enseñanza básica en esa ciudad, asistió a las escuelas públicas del Queens, en Bayside y en la Flushing High School. En esta última escuela un maestro advirtió su fuerte vocación hacia los minerales y lo acercó a las colecciones del American Museum of Natural History de New York, iniciando más tarde su recolección personal de minerales en diferentes localidades de New Jersey, Westchester y Connecticut. Se graduó en ingeniería geológica en la Colorado School of Mines (1929), recibió su grado de Magister en la Universidad de Columbia (1936) y defendió su doctorado en el MIT -Massachusetts Institute of Technology- bajo la dirección de Martin Buerger (1939). Inició sus investigaciones en el American Museum como un graduado de Columbia y luego de su doctorado en el MIT ingresó como investigador asociado en Harvard para estudiar minerales raros o exóticos. Junto a Harry Berman ayudó en las investigaciones con osciladores de frecuencia utilizando láminas de cuarzo para la industria bélica, entre los años 1942 y 1943 con residencia en Inglaterra y luego en USA como director de investigación del Reeves Sound Laboratories (1943-1945). Al término de la guerra se reincorporó en Harvard como profesor de mineralogía y conservador de sus colecciones de minerales. Desde Harvard trabajó como investigador asociado en la Atomic Energy Commission y en el U.S. Geological Survey para estudiar la naturaleza y los depósitos de los minerales de uranio, torio y escandio. Frondel fue coautor con Charles Palache y Harry Berman de *The Dana's System of Mineralogy* en su séptima edición, famosa obra enciclopédica cuyos tres volúmenes aparecieron de modo diferido entre los años 1944 a 1962, de tal forma que sólo Cliff alcanzó a ver en vida la edición completa. En 1964 fue designado por la National Academy of Sciences en la comisión científica para establecer los procedimientos de muestreo y análisis de las rocas lunares que debía recuperar el programa Apolo de la NASA y en esa circunstancia tuvo el privilegio de abrir y examinar las primeras muestras de minerales de la Luna que trajeron los astronautas de la misión Apolo 11 en 1967. En su calidad de responsable del Department of Geological Sciences en Harvard (1965-1969), comprometido con los programas de la NASA, estudió los muestreos de cuatro misiones Apolo y de dos ingenios robóticos automáticos. Frondel recibió en su vida muchas distinciones: la Friedrich-Becke-Medaille de la Österreichische Mineralogische Gesellschaft, Austria (1956), elegido miembro de la Accademia Nazionale dei Lincei, Italia (1963), la Roebling Medal de la Mineralogical Society of America (1964), la Distinguished Achievement Medal de la Colorado School of Mines

(1964) y la Boricky Medal de la Universidad Charles de Praga, hoy en la República Checa (1969). Su segunda esposa Judith Weiss lo acompañó desde 1949 y además de colaborarle como la joven mineralogista experta en materiales extraterrestres, también compartió una vida dedicada a los buenos libros, mejores comidas, funciones de ópera, gatos de raza y a la crianza de sus dos hijas, Dana y Barbara, sendas bendiciones de sus dos matrimonios. En su carrera estudió y publicó las nuevas especies barbertonita, manasseíta y whitlockita (1941); beyerita y sillénita (1943); blakeíta y mackayita (1944); weddellita (1947); retgersita, rockbridgeíta y wolfeíta (1949); metanováčekita, metazeunerita, nováčekita y sabugalita (1951); metauranopilita (1952), manganpirosmalita y woodruffita (1953); beta-roselita, calconatronita y gonyerita (1955); boltwoodita y gerstleyita (1956); strunzita (1958); itoíta (1960); antimonpearceíta y arsenpolibasita (1963); hendricksita (1966); lonsdaleíta (1967); meta-aluminita (1968); cobaltozippéita, magnesiozippéita, níquelzippéita, sodiozippéita y zinczippéita (1976). El mineral frondelita, un fosfato rómbico de manganeso y hierro procedente de la pegmatita Sapucaia, Minas Gerais, Brasil, le fue dedicado por Lindberg en el año 1949. A su vez cliffordita, un óxido cúbico de telurio y uranilo procedente de la mina San Miguel, Sonora, México, fue nominado en su homenaje por Gaines en 1969.



Michael Fleischer (1908-1998)

Pigeonite $Mg_2[Si_2O_6] - P2_1/c$ 

Horace Winchell (1915-1993)

El químico y mineralogista norteamericano MICHAEL FLEISCHER (1908-1998), hijo de inmigrantes húngaros, se graduó en química por la Yale University, institución donde también defendió su doctorado en 1934. Luego de ejercer la química con poca fortuna en un establecimiento fabril dedicado a elaborar pasta dental durante esos años de profunda recesión económica, optó por un contrato temporal con la Carnegie Institution's Geophysical Laboratory en Washington D.C. En 1939 ingresó en la planta permanente del U.S. Geological Survey donde trabajó por 40 años hasta su jubilación, con una extensión adicional de ocho años bajo contrato. Dotado de gran energía y una poderosa vocación hacia los minerales continuó su tarea como investigador asociado durante varios años en la Smithsonian Institution. Fleischer se destacó por sus amplios conocimientos de mineralogía y por una prodigiosa memoria que orientó en trabajos generales de revisión, descripción y compilación. Desde 1941 escribió los resúmenes con las descripciones de los nuevos minerales para el *American Mineralogist* y en la década del 60 amplió este servicio informativo en las ediciones del *Canadian Mineralogist* y el *Mineralogical Magazine* con la colaboración de Joseph Mandarino. Escribió artículos útiles como *Procedure of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names* (1970). En el año 1971 inició la publicación de su difundido *Glossary of Mineral Species* por medio del *Mineralogical Record* en Tucson, Arizona. Las cinco primeras ediciones (1971, 1975, 1980, 1983 y 1987), de esta obra de divulgación

sobre los nuevos minerales aceptados, lo vieron como único autor. En las siguientes dos ediciones (años 1991 y 1995) compartió la tarea y la publicación con Joseph Mandarino. Tras su muerte y hasta la fecha se registraron otras dos ediciones del *Fleischer's Glossary of Mineral Species* (1999) por J. A. Mandarino, y (2004) por Mandarino & Back. Asimismo Fleischer publicó las muy útiles y celebradas tablas intituladas *Microscopic Determination of the Nonopaque Minerals* en el USGS Bulletin 1627 (en coautoría con Wilcox & Matzo, 1984), una necesaria actualización de aquella obra de Larsen y Berman (1934), esta a su vez segunda edición del trabajo pionero de Larsen Jr. (1921). Titular de numerosas distinciones y nombramientos en una vida larga y plena, Fleischer fue miembro de una extensa nómina de sociedades científicas en el mundo, presidente de la Mineralogical Society of América y el primer Chairman de la Commission on New Minerals and Mineral Names de la International Mineralogical Association entre los años 1959 y 1974. También recibió la medalla al servicio distinguido del U.S. Department of Interior y la Roebing Medal de la MSA. Se le reconocen las nuevas especies ramsdellita (1943) y nyerereíta (1975). El mineral fleischerita, un sulfato básico hexagonal de plomo y germanio, con tres moléculas de agua de cristalización, procedente de la mina Tsumeb, Namibia, África, le fue dedicado por Frondel y Strunz en el año 1960.

El mineralogista norteamericano HORACE WINCHELL (1915-1993) fue un distinguido profesor emérito en el Department of Geology and Geophysics de la Yale University, a su vez heredero de una rica tradición familiar geológica, en donde fueron geólogos su abuelo NEWTON HORACE WINCHELL (1839-1914) y su padre ALEXANDER NEWTON WINCHELL (1874-1959). Horace nació en Madison, Wisconsin. Estudió en la Universidad de Wisconsin y se graduó en el año 1936 completando su bachillerato y su master en mineralogía y geología. Luego se trasladó a la universidad de Harvard para obtener otro master en 1937 y defender su tesis de doctorado sobre cristalografía y mineralogía en las rocas volcánicas de Oahu, islas Hawaii, USA, en el año 1941. Entre los años 1938 a 1940 trabajó para el Board of Water Supply, en Honolulu, Hawaii, actividad que le permitió financiar su trabajo de tesis y fue la época inicial que fijó su predilección por el estudio de los silicatos petrográficos de química compleja, en especial piroxenos y anfíboles. Entre 1941 a 1946 trabajó de cristalógrafo investigador para la empresa Hamilton Watch Company, en Lancaster, Pennsylvania, mejorando la eficacia de los diamantes en las fresas usadas para obtener alambres para resortes capilares de acero, los métodos para seleccionar polvos de diamante para pulidos e iniciando el empleo de cojinetes de zafiro en los cronómetros marinos. Luego de la guerra, en el año 1945, se vinculó con la Universidad de Yale para trabajar en el antiguo departamento de Geología (luego Department of Geology and Geophysics) como auxiliar docente en mineralogía (1945-1946) y ya integró definitivamente el staff de la cátedra de mineralogía en Yale. Horace fue profesor asociado en 1951 y profesor titular en 1983, para acceder a su jubilación en 1985. A partir del año 1951 fue nombrado conservador de mineralogía en el Peabody Museum y tuvo a su cargo la colección de minerales del profesor Brush. Miembro de la Geological Society of America, de la Mineralogical Association of Canada y de la American Association for the Advancement of Science, también fue nombrado miembro vitalicio en la Mineralogical Society of America y en la Society of Economic Geologists. Entre los años 1951 a 1988 se desempeñó como editor asociado del American Journal of Science. A Horace Winchell le cupo la tarea de concluir la obra de sus mayores, una serie de volúmenes iniciada por su abuelo editando los hoy clásicos libros con las propiedades de los minerales *Elements of optical mineralogy. An Introduction to Microscopic Petrography* (1922 y 1927) por Newton Horace Winchell (*post-mortem*) y Alexander Newton Winchell (a la sazón profesor de mineralogía y petrología en la Universidad de Wisconsin); *Elements of optical mineralogy. Part I. Principles and Methods* (1928) por A.N. Winchell. Horace publicó los libros: *Elements of optical mineralogy. II. Descriptions of minerals* (1951, 4ª edición en coautoría con A.N. Winchell); *The microscopic properties of artificial inorganic solids*

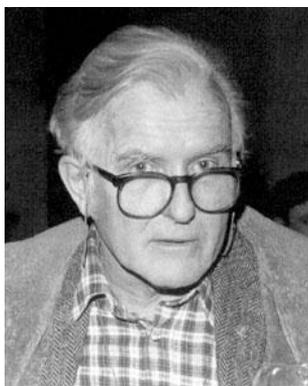
(1964, también póstuma su coautoría con A.N. Winchell) y *Optical properties of minerals* (1965). Entre sus artículos científicos se destacan: *New method of interpretation of petrofabric diagrams* (1937); *Orientation of synthetic corundum for jewel bearings* (1944); *The Knoop microhardness tester as a mineralogical tool* (1945); *Navigation in crystallography* (1946); *Honolulu series, Oahu, Hawaii* (1947); *Alignment chart for calculation of specific gravity* (1948); *Unit cells of calcite* (1956); *The composition and physical properties of garnet* (1958); *Regressions of physical properties on the compositions of clino-pyroxenes. I. Lattice constants* (1960, con Tilling); *Regressions of physical properties on the compositions of clino-pyroxenes. II. Optical properties and specific gravity* (1961); *A computer program for handling chemical analyses of amphiboles and other minerals* (1962); *Regressions of physical properties on the composition of clino-pyroxenes. III. The common soda-free alumina-free clino-pyroxenes. IV. The effects of particular cation substitutions on physical constants. V. Alternative functions of refractive index* (1963) y *Report of subcommittee on nomenclature of amphiboles IMA* (1978). A los Winchell se les reconocen las nuevas especies minerales pigeonita (1900, descrita por Alexander) y tschermakita (1945, descrita por Horace). Horace colaboró también con Carlos Gordillo para estudiar el nuevo mineral argentino huemulita (1966). Es muy triste que winchellita, el mineral propuesto en su homenaje, haya sido desacreditado tras comprobarse su identidad con thomsonita, un miembro del grupo de las zeolitas.

Del Dr. KINICHI SAKURAI (1912-1993) es posible decir que fue el mineralogista amateur más destacado, serio y productivo del Japón, cuya colección privada de minerales llegó a contar con más de 15.000 ejemplares. Detrás de las colecciones de minerales del National Science Museum (JNSM) y de la Universidad de Tokio se la consideró la tercera colección del país. Nació en Tokio y su vocación por los minerales, que ya asomó en la escuela elemental, continuó en el colegio cuando el joven Sakurai se incorporó, como un miembro más del club, al grupo de aficionados del centro Iwamoto. Sus mentores iniciales fueron Nagashima y Wakabayashi, quienes admirados de sus condiciones lo vincularon pronto con el profesor de mineralogía de la Universidad de Tokio Tei-Ichi Ito. Entre ambos publicaron la tercera edición del libro *Wada's Minerals of Japan* (Ito & Sakurai, 1947). En el año 1950 defendió su doctorado en mineralogía por la universidad de Tokio basado en el estudio del nuevo mineral yugawaralita, una zeolita monoclinica de calcio, aluminio y cuatro moléculas de agua de cristalización descubierta en la fuente geotermal Yugawara, prefectura Kanagawa, Honshu, Japón, mineral que publicaron dos años después con Hayashi (1952). Es posible señalar que todas las actividades vinculadas a la mineralogía, eje central de su vida, las financió administrando un negocio familiar, un restaurante muy concurrido que heredó de su abuelo. Su colección personal de minerales reunió el 90% de todas las especies mencionadas alguna vez como presentes en el Japón. Sakurai descubrió y publicó en coautoría los nuevos minerales yugawaralita (1952), parasimplesita (1954), wakabayashilita (1970) y kimuráita (1986), hallando también los ejemplares tipo de los nuevos minerales jimhoita (1963) y rutenio nativo (1974) publicados por otros colegas. En 1965 AKIRA KATO, eminente mineralogista del National Science Museum del Japón (JNSM), le dedicó el mineral sakuráita, un sulfuro cúbico de cobre e indio procedente de la mina Ikuno, Hyogo, Honshu, Japón. Ese mismo año la revista japonesa *Geoscience Magazine (Chigaku Kenkyu)* le dedicó un número especial ó Sakurai Issue. En 1973 Kato publicó un libro *Sakurai Mineral Collection (Sakurai Kobutsu Hyohon)* describiendo los especímenes de esta afamada colección. Más tarde Hori *et al.* (1981) publicaron kinichilita, un telurato hexagonal de hierro y sodio con tres moléculas de agua de cristalización hallado en la mina Kawazu, Shimoda, Japón, un segundo mineral en su homenaje. Actualmente en el Japón la colección de minerales de la Universidad de Tokio, heredera de aquella colección imperial de minerales original, comprende más de 27.000 especímenes la mayoría de origen japonés o de sus antiguos dominios, con 950 especies minerales diferentes. La colección mayor es la del National Science Museum of Japan (JNSM), ubicado en el Tokyo's Ueno Park, cerca de la estación JR Ueno de Tokio y abierto diariamente a un público que supera el millón de

visitantes por año. Su patrimonio en minerales ronda los 50.000 ejemplares, ha incorporado la colección Sakurai y en los últimos años registra un ingreso de unos 2.000 ejemplares anuales a sus repositorios, ingresos originados en donaciones particulares, de empresas mineras y adquisiciones de su dirección guiadas por sus conservadores profesionales de la división mineralogía, Satoshi Matsubara y Ritsuro Miyawaki. A principios del 2007 se abrió un nuevo anexo con unas 400 muestras de alta selección –el 80% del material procede de la colección Sakurai– que exhibe cincuenta y nueve especies nuevas, con algunas muestras-tipo que incluyen teineíta, yoshimuraíta, haradaíta, henmilita y kimuraíta-(Y). La selección de clásicos minerales japoneses de gran calidad comprende los cuarzos maclados con la ley del Japón de la mina Otome, las calcopiritas de las minas Ani y Arakawa, los topacios de Hirukawa y Tanokamiyama, las axinitas de la mina Obira y las estibinitas de la mina Ichinokawa, entre otros.

El mineralogista norteamericano RICHARD VENABLE GAINES (1917-1999) nació en Poughkeepsie y creció en Beacon y en la ciudad de New York, todo en el mismo estado de New York. A los nueve años un viaje de campo en las costas del Maine despertó su vocación por los minerales, lo llevó a coleccionar especímenes y a visitar los museos de ciencias naturales. Sus excursiones de recolección fueron en Paterson, New Jersey, y en las pegmatitas de New England. Los conservadores del American Museum of Natural History, Herbert P. Whitlock y Frederick H. Pough, estimularon su precoz interés por la mineralogía, estímulo que también recibió a partir de las historias de exploraciones mineras por Chile y Bolivia que le narró en un encuentro fortuito el geólogo Robert Overbeck, incidente que al parecer tuvo gran influencia en sus tempranas decisiones. Así estudió un año en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y luego en la Colorado School of Mines donde se graduó de ingeniero de minas en el año 1940. Gaines trabajó para la New Jersey Zinc Company en su mina Sterling Hill de New Jersey hasta su reclutamiento en el ejército (1941). Durante la guerra actuó en el Corps of Engineers en su mayor parte afectado a la construcción de aeropuertos militares en el extranjero. En África participó en montar una planta de cemento en Eritrea y en la India pudo visitar las minas de zafiro de Kashmir. Tras su baja del ejército a fines de 1945 se orientó a continuar sus estudios académicos en la Universidad de Harvard. Gaines fue asistente de Clifford Frondel en el museo y de Hugh McKinstry en su cátedra de Economic Geology para alcanzar su Master en 1949 y defender su tesis doctoral con el tema *The mineralogy, synthesis, and genetic significance of luzonite, famatinite, and some related minerals*, en el año 1952. En los años siguientes trabajó en la exploración minera de plomo y zinc en depósitos minerales de Mississippi Valley Type en Joplin, Missouri; y de uranio en depósitos sedimentarios de areniscas rojas con base en Grand Junction, Colorado. Entre los años 1959 a 1966 aconteció su etapa de exploración minera en México donde trabajó en los estados de Sonora, Chiapas, Sinaloa, Guerrero y Veracruz. La reapertura del yacimiento de oro y telurio Moctezuma en Sonora, le permitió el estudio y la publicación de su notable contenido en minerales secundarios de telurio -burckhardtita, carlfriesita, cliffordita, moctezumita, poughita, schmitterita y sonoraíta- lo cual le brindó un contrato de mineralogista investigador en el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México y le facilitó continuar con sus investigaciones. En el año 1966 aceptó un contrato con la Kaweck Chemical Company en Pottstown, Pennsylvania, luego nominada Cabot Resource Development, para la exploración de berilio y tantalio a partir de pegmatitas de elementos raros. Esta relación laboral de más de dos décadas, hasta su jubilación en febrero de 1987, le permitió coleccionar minerales por los cinco continentes. Gaines fue un apasionado estudioso de los minerales y acumuló una colección privada de notable valor a través de sus viajes por los Estados Unidos, Brasil, Guyana francesa, Madagascar, Australia y diversos países de África y Europa. Publicó más de treinta artículos mineralógicos y mineros en revistas nacionales e internacionales y fue miembro del New York Mineralogical Club, la Philadelphia Mineralogical Society, la

Mineralogical Society of America, la Mineralogical Society (Great Britain), la Mineralogical Association of Canada y la Society of Economic Geologists, entre otras reconocidas instituciones. Luego de su retiro vendió parte de su colección de minerales para financiar su casa y se radicó en Earlsville, Virginia. Continuó con tareas de consultor minero y mineralógico abordando también su viejo sueño de actualizar la última edición de la sistemática mineral de Dana y revisar el conocido manual *Dana's Textbook of Mineralogy*. Su enorme entusiasmo y el esfuerzo combinado con los otros cuatro coautores, Catherine W. Skinner, Eugene E. Foord, Brian Mason y Abraham Rosenzweig, concretó la edición del *Dana's New Mineralogy*, la octava edición de la sistemática mineral de Dana, un libro de 1819 páginas impreso por John Wiley & Sons durante el año 1997. Gaines describió y publicó las nuevas especies moctezumita (1965); poughita y sonoraíta (1968); cliffordita (1969); carlfriesita (1975); schmitterita (1971); burckhardtita (1979). El mineral gainesita, un fosfato tetragonal de sodio, berilio y zirconio que se recuperó de los túneles gemelos perforados en Newry, Maine, USA, fue nominado en su homenaje por Moore *et al.* (1983).



Richard V. Gaines (1917-1999)



Gabrielle H. Donnay (1920-1987)



John W. Anthony (1920-1992)

La cristalógrafa y mineralogista de origen alemán GABRIELLE HAMBURGER DONNAY (1920-1987), muy conocida como *Gabo* o *Gai* Donnay, nació en Landeshut, Silesia, localidad hoy en territorio polaco. Su familia decidió emigrar a América antes de la Segunda Guerra Mundial y en el año 1937 los Hamburger se radicaron en Quebec, Canadá. Al contar con unos amigos de la familia en Los Angeles, USA, Gabrielle decidió estudiar en la Universidad de California (UCLA) donde se graduó con mención de mérito en química (1941). En estos años de estudiante creció su interés permanente por la estructura de los cristales publicando sus dos primeros artículos antes de su graduación, *The crystal structure of diphenylselenium dibromide* y *The crystal structure of diphenylselenium dichlorine*. Su talento innato para la cristalografía llamó la atención y le abrió las puertas para realizar un doctorado defendido con éxito en el Massachusetts Institute of Technology bajo la dirección de Martin J. Buerger (1949). Su tema de tesis sobre las propiedades físicas de la turmalina, derivadas de su simetría romboédrica hemimórfica, lo publicó como su tercer artículo *The structure of tourmaline* el cual mereció una singular repercusión y fueron seguidos por otras 13 publicaciones mayores sobre turmalina, hasta su artículo *Structural mechanism of pyroelectricity in tourmaline* (1977). El año que obtuvo su doctorado en el MIT coincidió con su matrimonio con JOSEPH DÉsirÉ HUBERT DONNAY (1902-1994), cristalógrafo investigador de la Johns Hopkins University, con quien congenió y formaron una notable dupla de tareas conjuntas, conocidos simplemente como “los Donnay”. Ese año 1957 publicaron *The one-dimensional crystal. I. General* e inició una colaboración estrecha de 37 años, en los cuales Gabrielle publicó 134 trabajos, donde en la mitad compartió la autoría

con su marido. Su dedicación la llevó a solucionar importantes aspectos de las soluciones sólidas sustitucionales e intersticiales, las transiciones de fases en el estado sólido, las valencias y los enlaces químicos en los cristales, la extensión de las reacciones topotáxicas y de los reemplazos pseudomórficos, los fenómenos de sintaxia e intercrecimientos con el papel de la sustitución del par O-OH. También realizó aportes destacados y duraderos sobre las propiedades de los minerales, en especial los petrográficos: cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas, nefelina, pumpellyíta, micas, olivino, piroxenos, estauroлита, espinelos, carbonatos, diamante y sulfuros. Los Donnay fueron de los primeros en compilar y sistematizar la enorme información cristalográfica de base en los tiempos previos a las facilidades de la computación. Así apareció la primera edición del *Crystal Data* (1954) con 719 páginas, seguida de una segunda edición (1963) que alcanzó las 1302 páginas. Una estadia de veinte años en el Geophysical Laboratory, Carnegie Institution de Washington D.C., fue de especial provecho para Gabrielle y para su labor creativa, interactuar con investigadores de la talla de Bowen, Schairer, Tuttle, Yoder y Kullerud. Tras la jubilación de Joseph Donnay en la John Hopkins University, la pareja decidió trasladarse y se estableció en el Geology Department de la McGill University, Montreal, Quebec, Canadá (1970), en donde ella tuvo a su cargo el dictado de cristalografía para geólogos y estudiantes de otras disciplinas de las ciencias naturales, de la ingeniería y de la medicina. Con esta experiencia publicó un manual de sus cursos en McGill, *Laboratory Manual in Crystallography* (1978), que la Mineralogical Association of Canada optó por comercializar a precio de costo como una ayuda a los estudiantes. El mismo año y con Joseph dieron a conocer en *The American Mineralogist* el interesante artículo *How much crystallography should we teach geologists?* Por sus méritos científicos en mineralogía y cristalografía demostrados en Canadá y USA recibió la Past Presidents' Medal de la Mineralogical Association of Canada en 1983. Gabrielle defendió siempre sus convicciones sobre muchos temas sociales controvertidos, como el papel de la mujer en las ciencias duras, la carrera armamentista o la industria nuclear. Así publicó el libro *Women in the Geological Sciences in Canada* con datos estadísticos reunidos sobre prácticas discriminatorias de género y mención de casos concretos sobre nombramientos y/o remuneraciones injustas. En claro reconocimiento a sus esfuerzos feministas la American Crystallographic Association organizó un simposio titulado "Women in Crystallography" durante su congreso del año 1986. Otras publicaciones destacadas de los Donnay son *The symmetry change in the high-temperature alkali-feldspar series* (1952); *The crystallography of bastnaesite, parisite, roentgenite, and synchisite* (1953); *Determination of the crystal structure of nepheline* (con Buerger & Klein, 1954); *Crystal and twin structure of digenite, Cu₅S₅* (con Kullerud, 1958); *Nepheline solid solutions* (con Schairer, 1959); *Structural mechanism of thermal and compositional transformations* (con Wyart & Sabatier, 1959); *Crystal geometry. International tables for X-ray crystallography* (1959); *Trioctahedral one-layer micas. I. Crystal structure of a synthetic iron mica* (con Takeda, 1964); *Trioctahedral one-layer micas. II. Prediction of the structure from composition and cell dimensions* (1964); *Omission solid solution in magnetite: Kenotetrahedral magnetite* (con Kullerud, 1969); *How to recognize O, OH, and H₂O in crystal structures determined by X-rays* (con Allmann, 1970); *Neutron-diffraction refinement of an ordered orthoclase structure* (con Prince & Martin, 1973); *Classification of triperiodic twins* (1974); *Jahn-Teller effects in ferro-magnesian minerals: Pyroxenes and olivines* (con Walsh, 1974); *Refinement of the crystal structure of low-quartz* (con Le Page, 1976); *A high-resolution electron micrograph of the twin boundary in pyrite* (con Iijima, 1977); *Symmetry and twinning in diamond* (1982); *The staurolite story* (1983). La mineralogía sistemática le acredita las nuevas especies röntgenita-Ce (1953); buergerita (con otros, 1966); chaoíta (con El Goresy, 1968), ewaldita (ambos Donnay, 1971) y mcgillita (con otros, 1980). El mineral gaidonnayíta, un ciclosilicato rómbico de sodio, zirconio y dos moléculas de agua de cristalización, le fue dedicado por Chao y Watkinson (1974). A su vez donnayíta-Y, un carbonato triclinico de sodio, calcio, estroncio e iterbio con seis moléculas de agua de cristalización, les fue dedicado a la pareja de cristalógrafos por Chao *et al.* (1978). Tanto gaidonnayíta como donnayíta-Y fueron

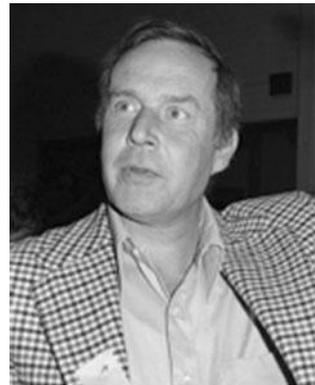
descubiertos en el monte Saint-Hilaire, Rouville County, Quebec, Canadá, en cuyas laderas se hallaba la casa de los Donnay donde falleció Gabrielle aquejada de un cáncer terminal, con un diagnóstico de sobrevida de apenas ocho meses en 1981, tras luchar con enorme entereza hasta el cuarto día de abril en la primavera boreal del año 1987.

El mineralogista norteamericano JOHN WILLIAMS ANTHONY (1920-1992) fue un apreciado profesor emérito de geociencias en la Universidad de Arizona. Nació en Brockton, cerca de Boston, de un padre ingeniero que supo gerenciar durante un corto tiempo, en la década del 20, una mina polimetálica en las Cerbat Mountains, en las proximidades de Kingman, Arizona, de modo que ya en su infancia John Williams conoció, entre otros lugares, el ambiente donde pasaría gran parte de su vida. Su educación formal básica transcurrió en la costa oriental de Nueva Inglaterra en la Hebron Preparatory School y el Stevens Technical Institute. La música y su ejecución en numerosos instrumentos (piano, guitarra, trompeta, tuba, batería, saxofón) fue una gran afición informal de su juventud que lo acompañaría siempre. Intentó seguir las huellas de su padre ingeniero en la U.S. Navy Radio and Radar School y en la Brown University, pero su decisión vocacional por la geología asomó en un curso de geología física en la Universidad de Brown y de la lectura del manual de Longwell, Knopf & Flint, optando por esa matrícula. Allí alcanzó a completar los cursos de mineralogía y cristalografía antes que la segunda guerra mundial y su estado de salud cortaran su estancia en Brown. En el verano de 1945 su padre lo envió a Tucson para que concluyera sus estudios en la Universidad de Arizona y sus pulmones se beneficiaran del clima local. En el año 1946, tras graduarse en geología por la Universidad de Arizona (B.S.), aceptó una propuesta del Arizona Bureau of Mines para desempeñarse como mineralogista en esos tiempos cuando este servicio ofrecía exposiciones sobre las yacencias minerales del estado de Arizona y su geología. Esto implicó relaciones con los prospectores, la determinación de minerales y rocas para el público en general y diversos estudios de los recursos minerales disponibles apoyando el boom de la industria minera en Arizona. En esta época reunió la información adecuada para su *Mineralogy of Arizona*. Tras alcanzar su Master en Geología por la Universidad de Arizona, en el año 1951, se desvinculó del servicio minero estatal e ingresó como docente adjunto en la universidad, ocupando luego la posición del recientemente fallecido Maxwell Naylor Short en el dictado de los cursos introductorios de mineralogía y de microscopía de menas. En esta etapa de su actividad profesional incrementó las colecciones de Short en probetas pulidas de menas metalíferas y tomó como ayudantes a dos jóvenes estudiantes muy dedicados, Spence Titley y Sidney Williams, con quienes mantendría una larga amistad entre colegas durante toda la vida. Sus obligaciones docentes se extendieron al dictado de topografía y de carteo geológico en el campo durante el período previo a la habilitación del Department of Field Camp en la Universidad de Arizona. Defendió su tesis con el tema *An investigation of physical property variations related to thorium content of synthetic monazite* en la Harvard University bajo la dirección de Clifford Frondel en el año 1965. Siempre se comentó en Harvard la pequeña fortuna en crisoles de platino destruidos durante el trabajo de síntesis de monacita que le costó a Frondel el tema elegido para su doctorando. Los intereses de John Anthony en investigación se orientaban a la determinación de estructuras cristalinas por la fascinación que sentía frente al orden y la simetría del mundo físico. En palabras de Spence Titley, Anthony combinaba la mente de un matemático con el corazón de un artista. Su labor docente fue siempre uno de sus méritos más destacados y fue recordado con veneración por muchas cohortes de estudiantes. Recibió el Outstanding Faculty Member Award de la Arizona Alumni Association en el año 1967. Fue Chairman del Geological Department de la Universidad de Arizona durante dos años e impulsó la notable expansión del museo de mineralogía en el Department of Geosciences de la universidad durante 25 años, un lapso en el cual nunca hubo recursos financieros destinados a esta finalidad, contribuyendo con tesón a popularizar la mineralogía. En este sentido apoyó a la

Tucson Gem and Mineral Society y su actividad fue premiada por la Rocky Mountain Federation of Mineralogical Societies con el American Federation Scholarship Foundation Award en 1979 y con el Tucson Gem and Mineral Society Lifetime Award en el año 1985. Se jubiló en 1986 de las tareas docentes y en calidad de emérito orientó sus esfuerzos a escribir y publicar los cinco volúmenes de su magna obra intitulada *Handbook of Mineralogy*, I: *Elements, Sulfides, Sulfosalts* (1990); II: *Silica, Silicates* (en dos tomos, 1995); III: *Halides, Hydroxides, Oxides* (1997); IV: *Arsenates, Phosphates, Vanadates* (2000), en colaboración con Richard A. Bideaux, Kenneth W. Bladh y Monte C. Nichols, volúmenes de los cuales sólo alcanzó a ver la impresión definitiva del primer ejemplar. También trabajó en la segunda edición ampliada del libro *Mineralogy of Arizona*, cuya primera edición publicó en colaboración con Sidney A. Williams y con Richard A. Bideaux en el año 1982. Entre sus artículos científicos publicados se destacan *Radioactive uranium and thorium* (1948); *Fifty common Arizona minerals* (con Galbraith, 1952); *Bibliography of the geology and mineral resources of Arizona, 1939-1952* (con Wilson & Moore, 1953); *Hydrothermal synthesis of monazite* (1957); *Some preliminary observations on the theoretical geochemistry of molybdenum under supergene conditions* (con Titley, 1961); *Crystal morphology of thorium-bearing synthetic monazite* (1965); *A study of phoenicochroite: Its structure and properties* (con Williams & McLean, 1970); *The crystal structure of hemihedrite* (con McLean, 1970); *Hemihedrite, a new mineral from Arizona* (con Williams, 1970); *The crystal structure of legrandite* (con McLean, Finney & Laughon, 1971); *Epitaxial overgrowths of tennantite on octahedral pyrite from Quiruvilca, Peru* (con McLean, 1973); *Lithiophilite crystals from the Foote Mine* (con Thomssen, 1977); *The Mineralogical Museum of the University of Arizona* (1980). Describió y publicó las nuevas especies kinoíta (con Laughon, 1970) y jurbanita (con McLean, 1976). El mineral anthonyíta, un cloruro cúprico monoclinico con tres moléculas de agua de cristalización y hallado en la mina Centennial, Calumet, Michigan, USA, le fue dedicado por su discípulo y gran amigo Sid Williams en el año 1963.



Joseph A. Mandarino (1929-2007)

Mandarinoíta $\text{Fe}_2\text{Se}_3\text{O}_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - \text{P2}_1/\text{c}$ 

Sidney "Sid" Williams (1933-2006)

El mineralogista norteamericano JOSEPH ANTHONY MANDARINO (1929-2007) nació en los suburbios de Chicago y desde niño cultivó su temprana afición por los minerales con la ayuda de sus maestros durante la escolaridad básica y en sus asiduas visitas a los museos, en especial al Field Museum of Natural Sciences de Chicago. Hacia los 18 años de edad ingresó al Michigan College of Mining and Technology (Michigan Tech.) en Houghton, Michigan. En ese tiempo ya escribía colaboraciones mineralógicas en revistas especializadas, como *Rocks & Minerals* de Ohio. Se graduó de bachelor en ciencias generales (B.S., 1950) y obtuvo su Master en geología al año siguiente (M.S., 1951). Cumplió con su servicio militar sirviendo en calidad de oficial en la United States Air Force (1952-1954). Continuó con su carrera académica en la University of Michigan en Ann Arbor. En esta época contrajo matrimonio con Joan Cady

(1956), alcanzó su doctorado en mineralogía (Ph.D., 1958) e inició la docencia universitaria de profesor asistente (1957-1959). Al final de la década optó por un cambio que marcaría para siempre su vida profesional. Se incorporó en el cargo de Associate Curator of Mineralogy en el Royal Ontario Museum (ROM) de Toronto, Canadá. La ciudad de Toronto fue el hogar definitivo de Joe Mandarino, Joan y sus cuatro hijos. En destacada carrera ocupó la dirección del Department of Mineralogy and Geology (ROM) y asumió responsabilidades de profesor en el Department of Geology de la University of Toronto. Apoyó siempre a los estudiantes y a los coleccionistas aficionados con conferencias informales, por lo cual también fue presidente del Walker Mineralogical Club. Escribió *Introductory Gemmology: A Two-year Correspondence Course*, editado por el Canadian Jewellers Institute (1962, 1975). Tras su investigación mineralógica en el monte Saint Hilaire publicó el libro *Monteregian Treasures: The Minerals of Mont Saint-Hilaire, Québec* (con la coautoría de la fotógrafa Violet Anderson, 1988). Siempre le interesó adquirir una mirada global y actualizada de la mineralogía sistemática y fue un colaborador asiduo de las revistas especializadas (*The American Mineralogist*, *The Canadian Mineralogist*, *Mineralogical Record*, entre otras) con interesantes artículos sobre los nuevos minerales descubiertos. En este sentido colaboró con Michael Fleischer en las ediciones de los años 1991 y 1995 del popular *Glossary of Mineral Species*. Al deceso de Fleischer se hizo cargo de su actualización periódica y así editó *Fleischer's Glossary of Mineral Species* (1999) y la edición del año 2004 con la colaboración de Malcom E. Back. La muerte lo sorprendió con la obra magna de sus sueños casi completa y cerca de ingresar a la imprenta. En la última década dirigió parte de la comunidad mundial de mineralogistas en la elaboración de la *International Encyclopedia of Minerals*, monumental trabajo que refleja su talento. Además de sus clases, el laboratorio y el museo, Joe Mandarino tenía un espíritu muy abierto a la cooperación personal e institucional, desempeñando con brillantez el cargo de miembro investigador Senior del National Research Council of Canada (1968–1969); la presidencia de la Mineralogical Association of Canada (1973-1975), la coordinación de la Commission on New Mineral and Mineral Names de la International Mineralogical Association en diez años (1983-1993). Fue miembro del Joint Committee of Powder Diffraction Standards, de la Mineralogical Society of America y presidente honorario de la Canadian Gemmological Association. Por todo ello recibió varias distinciones, la Elizabeth II Silver Jubilee Medal y la L.G. Berry Medal de la Mineralogical Association of Canada. Joe fue el primer receptor de la Sandor Koch Medal de la Hungarian Mineralogical Foundation. En el año 2000 fue incorporado a la Academy of Geological and Mining Engineering and Sciences de su antigua alma mater, la Michigan Technological University, y en ese mismo año estableció el Mandarino Prize a entregar en el Rochester Mineralogical Symposium (RMS), para premiar en efectivo las mejores contribuciones presentadas por jóvenes estudiantes del pregrado y del postgrado. Su fina percepción de los temas técnicos de la mineralogía emerge en sus excelentes aportes para divulgar con sencillez ciertas aplicaciones prácticas útiles, como la relación Gladstone-Dale que vincula densidad con índices de refracción del mineral, brindando un índice de compatibilidad sobre la calidad del trabajo realizado. En coautoría con Ernst Nickel difundió los *Procedures involving the IMA Commission on New Minerals and Mineral Names and guidelines on mineral nomenclature* (1987). Mandarino describió y publicó diecisiete nuevas especies entre las cuales podemos mencionar zemannita (con Williams, 1961); spiroffita (con otros, 1962); tungstenita-3R (con Gait, 1970); hidroromarchita y romarchita (con Organ, 1971); pincheíta (con Sturman, 1974); mroseíta (con otros, 1975); kulanita (con Sturman, 1976); penikisita (con otros, 1977); satterlyíta (con otros, 1978); perraultita (con Anderson, 1989); walfordita (con otros, 1999). El mineral mandarinoíta, selenito férrico monoclinico con seis moléculas de agua de cristalización, fue descubierto en la mina Pacajake, Potosí, Bolivia, y dedicado en su homenaje por Dunn *et al.* en el año 1978.

SIDNEY "SID" ARTHUR WILLIAMS (1933-2006) fue el notable mineralogista de la

Phelps Dodge Corporation, en Douglas, Arizona, USA, que nació en Ann Arbor, Michigan. Recibió su educación elemental en el Michigan College of Mining and Technology donde se graduó de bachiller en ciencias geológicas y master en mineralogía con una tesis titulada *A Study of Chlorastrolite* (1957). Una leyenda familiar asoció siempre el interés de Sid por la mineralogía al hallazgo de un diamante de 2,5 carates perdido en la familia muchos años atrás y al regalo del vecino y amigo Clarence Seebaldt de la colección de minerales de su padre, un ingeniero de minas de Colorado. Lo cierto que el más entusiasta impulsor de su carrera de mineralogista fue EDWARD HENRY KRAUS (1875–1973), profesor emérito de cristalografía y mineralogía de la Universidad de Michigan, el primer autor del conocido libro *Mineralogy* traducido al francés y al español, libro que vio varias ediciones (1920, 1928, 1936, 1951 y 1959). A su vez homenajeado con krausita, sulfato monoclinico de potasio y hierro con una molécula de agua de cristalización, mineral hallado en el prospecto Borate, San Bernardino, California, y dedicado por Foshag en 1931. Kraus convenció al joven Williams a continuar sus estudios en la Universidad de Arizona, institución en la cual Sid defendió su tesis doctoral, orientada a la mineralogía, petrología y geoquímica e intitulada *The Mineralogy of the Mildren and Steppe Mining Districts, Pima County, Arizona*, durante el año 1962. En esos años trabó una gran amistad con su profesor John Anthony y también con sus compañeros y colegas Richard Thornssen y Richard Bideaux. Con estos últimos editaron la revista *Mineral Collector* una publicación de divulgación con artículos de mineralogía y la ubicación de las localidades para coleccionar minerales. Entre los años 1960 a 1963 ocupó un cargo de profesor asistente en la Michigan Technological University para terminar su tesis. En el verano boreal de 1962 trabajó de petrógrafo para la empresa Anaconda en su oficina de Salt Lake City y en 1963 dejó la universidad para dedicarse a la exploración minera con Einer Erikson en la compañía Silver King Mines de Ely, Nevada. En enero de 1964 recibe desde Heidelberg, Alemania, un goniómetro de dos círculos que adquirió para la investigación cristalográfica y que fue uno de sus genuinos motivos de orgullo. Finalmente se trasladó a Douglas, Arizona, como director contratado del Research Laboratory para la oficina de exploración de la empresa Phelps Dodge Corporation (1965). Los intereses primarios de la empresa consistían en investigar los sistemas de depósitos minerales porfíricos disseminados de cobre y molibdeno. En un arreglo con Phelps Dodge es autorizado a realizar trabajos de consultoría a través de la firma Globo de Plomo Enterprises, trabajos que ejecuta con la colaboración de su esposa y socia Betty Jo. En 1971, tomó su año sabático en Phelps Dodge que utilizó para una pasantía académica en el British Museum of Natural History de Londres. En el lapso estableció una relación de amistad y trabajo con los profesionales del museo -Fabien Cesbron, Peter Embrey, Max Hey- y estudió las yacencias naturales de los cromatos de plomo con la descripción de embreyíta y elyíta. En 1980 adquirió un equipo de fluorescencia de rayos X para su empresa consultora al que siguió en pocos años una microsonda electrónica, a la par que continuó desempeñando la dirección del Laboratorio de Investigación de Phelps Dodge. Recién en el año 1982 se desvincula de esta empresa cuando la misma decidió trasladar su oficina de exploración desde Douglas, Arizona a Tucson, Texas. La actividad consultora de Sid en Globo de Plomo Enterprises se extendió hasta el año 2005, cuando su cáncer de pulmón le impuso un retiro obligado. Sid Williams fue un destacado investigador, un eximio mineralogista, un leal colaborador y dedicado maestro que formó a numerosos jóvenes geólogos para la exploración de Phelps Dodge en dos décadas. Publicó más de ochenta trabajos científicos importantes, sea como autor único o en coautoría, donde demuestra su versación en geología minera y en los sistemas de mineralización con apoyos en la mineralogía y la química. Su participación fue relevante en las tres ediciones del libro *Mineralogy of Arizona* (Anthony, Williams and Bideaux, 1977, 1982; Anthony *et al.* 1995). Su destreza en las interpretaciones que llevaron a valiosos descubrimientos de menas le valieron el apodo de *El Mago* por sus colegas en Chile. Fue miembro de la Mineralogical Society of America, de la Society of Economic Geologists, de la Canadian Mineralogical Society, de la

Mineralogical Society of Japan y de la Mineralogical Society of Great Britain. Sid descubrió y publicó las nuevas especies calumetita (1963); wickenburgita (1968); bideauxita (1970), hemiedrita (con Anthony, 1970); elyíta, embreyíta y zapatalita (1972); heyita y quetzalcoatilita (1973); cesbronita (1974); carlfriesita (con Gaines, 1975); creaseyíta (con Bideaux, 1975), graemita (con Matter, 1975), tlalocita y xocomecatlita (1975); junitoíta (1976); luetheíta (1977); ruizita (con Duggan, 1977); dugganita, khinita y parakhinita (1978); tlapallita (con Duggan, 1978); curetonita, fairbankita, girdita, oboyerita, rajita y winstanleyíta (1979); gílalita (con Cesbron, 1980), macquartita (con Duggan, 1980) y schieffelinita (1980); chololaita y duhamelita (1981); cuzticita, eztlita, luddenita y theisita (1982); lannonita y wilcoxita (con Cesbron, 1983); mopungita (1985) y yecoraíta (con Cesbron, 1985); mendozavilita y paramendozavilita (1986); pottisita (1988); tooleíta (con Cesbron, 1992) y wupatkííta (con Cesbron, 1995). El mineral sidwillita, un óxido de molibdeno monoclinico con dos moléculas de agua de cristalización, hallado en Lake Como, Hinsdale, Colorado, USA, fue nominado en su homenaje por Cesbron y Ginderow en el año 1985.

Los mineralogistas durante el siglo XX en Europa

A lo largo del año 1935, el antiguo Museo de Mineralogía “La Sapienza” de Roma, fundado en 1804, fue trasladado a la Ciudad Universitaria en las nuevas instalaciones diseñadas por el arquitecto Marcello Piacentini (1881-1960), el mayor exponente del racionalismo fascista italiano que dominó en esa época la construcción pública romana con edificios definidos por un neoclasismo simplificado. La inauguración aconteció el 31 de octubre de ese año en el marco de una amplia reorganización de la Universidad de Roma “La Sapienza”, presidida por el mineralogista italiano FEDERICO MILLOSEVICH (1875-1942) que se graduó en Ciencias Naturales por esa universidad en el año 1898. Entre 1902 y 1915 se desempeñó como profesor de mineralogía en el Istituto di Studi Superiori di Firenze. Millosevich alcanzó las altas magistraturas italianas de senador del Regno di Italia en su versión mussolinista (1934), Rector de la Universidad (1927), profesor ordinario de la cátedra de Mineralogía en Roma (1915) y director-conservador del Museo “La Sapienza”, este último cargo en calidad de sucesor de Giovanni Strüver a partir del año 1913. En adelante el Museo de Mineralogía quedará en la esfera del Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università di Roma “La Sapienza”. El mineral millosevichita, un sulfato trigonal de aluminio y hierro procedente de la isla Vulcano, Lipari, Sicilia, Italia, fue nominado en su homenaje por Ugo Panichi (1913).



Federico Millosevich (1875-1942)



“La Sapienza”, octubre de 1935



Ettore Onorato (1899-1971)

En 1938 el alumno y ayudante de Millosevich, ETTORE ONORATO (1899-1971), a

partir de la muerte de su mentor, ejerció el cargo de profesor ordinario en la cátedra de Mineralogía de la Universidad de Roma, ocupando también la dirección del instituto y del museo. Ettore nació en Lucera donde sobresalió como estudiante en la escuela y el liceo. En Roma, apasionado de la naturaleza y la mineralogía, asistió a la universidad de La Sapienza, se graduó en Ciencias Naturales y defendió su doctorado en el año 1924, bajo la dirección de Federico Millosevich. En el bienio 1926-1927 tomo una pasantía en el Istituto di Mineralogia dell'Università di Lipsia, con la dirección del profesor Erwin Schiebold (1894-1963), la cual marcó su formación inicial con los métodos de difracción de rayos X, formación que continuó en el laboratorio de física de la materia en la Manchester University bajo la guía de William Lawrence Bragg. Su estancia en Inglaterra aconteció en calidad de receptor del Premio Volta y le brindó la oportunidad de asistir a los congresos internacionales y trabar amistad con el físico italiano Enrico Fermi (1901-1954). Onorato accedió a la docencia libre o *ad honorem* en 1929, al año siguiente fue profesor extraordinario de Mineralogía en Roma y en 1933 alcanzó por concurso el cargo de profesor ordinario de Mineralogía en la Università di Cagliari. Durante el trienio 1935-1938 dictó mineralogía para el Ateneo di Genova y fue contratado por el gobierno brasileño para organizar y dirigir el Instituto de Mineralogía en la Universidad Estatal de Sao Paulo, con la formación de un Museo local (1934-1939). Esos años se movió mucho entre Sao Paulo, Genova y Roma, aquí colaborando con Milosevich en el traslado y la inauguración del Museo "La Sapienza" a la ciudad universitaria. En 1938 se reincorpora a la Universidad de Roma y colabora con las clases, el armado del laboratorio de rayos X y el diseño del Museo. A partir de 1942 queda a cargo de todo, como cabeza visible de la mineralogía romana. Miembro de la Accademia dei Lincei y de la Accademia Gioenia (desde 1948), de la Accademia delle Scienze di Torino (desde 1951), de la Accademia delle Scienze di Napoli (desde 1959) y de la Accademia dei XL (desde 1960). El mineral onoratoíta, oxiclورو de antimonio monoclinico producto de alteración de estibinita en la mina Le Cetine di Cotorniano, Rosia, Toscana, Italia, le fue dedicado por Belluomini *et al.* en el año 1968. Sus sucesores al frente del museo (Carlo Lauro, Annibale Mottana, Giorgio Graziani y Odino Grubessi) se preocuparon en continuar la labor de investigación y proteger el patrimonio de la institución. Daños considerables, pero mucho menores que los sufridos por el Mineralogisches Museum de la Universidad de Berlin durante la guerra, resultaron del bombardeo aéreo de la aviación aliada que aconteció el 19 de julio de 1943 sobre Roma y su ciudad universitaria. El nuevo edificio del museo romano abarcó una superficie cubierta de 1.300 m² de los cuales 1.000 m² se destinaron a salas de exposición. El resto se repartió en los repositorios-depósitos para las muestras y en los gabinetes-laboratorios para la investigación científica. Sus vitrinas exhiben al público gran parte de los minerales italianos descubiertos en el siglo XX y el inicio del XXI, algunos de los cuales son: bavenita (1901), artinita (1902), paracelsiana (1905), cloromanganocalita (1906), palmierita (1907), rosasita y taramellita (1908), brugatellita (1909), basanita (1910), millosevichita (1913), simonellita (1919), mangano-langbeinita (1924), cannizarita (1925), avogadrita y malladrita (1926), phillipsita-K (1927), bianchita (1930), ginorita (1934), mercallita (1935), cuprorivaíta (1938), monteponita (1946), perrierita-(Ce) (1950), matteucita (1952), latiumita (1953), minguzzita (1955), carobiíta (1956), bonattita, panunzita y sborgita (1957), biringuccita y nasinita (1961), wenkita (1962), mohrita (1964), onoratoíta (1968), roggianita (1969), santita (1970), elbaíta (1972), barrerita (1974), francoanellita (1976), franzinita, liottita, merlinoíta, sodio-dachiardita, tuscanita y vertumnita (1977), canavesita (1978); apuanita, garavellita, saneroíta, versiliaíta y vigezzita (1979), monacita-Nd, peretaíta, sacrofanita y tiragalloíta (1980), cesanita y giuseppettita (1981), campigliaíta, cascandita, jervisita y medaíta (1982), balangeroíta, calcio-betafita y chiavennita (1983), dachiardita, katoíta, titantaramellita y willhendersonita (1984), carlosturanita (1985), ellenbergerita (1986), cetineíta y palenzonaíta (1987), cervandorita-Ce y magnesio-aubertita (1988), estibivanite-2O y ritmannita (1989), calcio-ancilita-Nd, estronciopiemontita y montesommaíta (1990), gravegliaíta, pitiglianoita y vicanita-

Ce (1991), bottinoíta, coquandita y potasio-fluor-richterita (1992), mozartita, peprossita, rosenbergita y uranopolicrasa (1993), barberiíta, brizziíta, paraniíta, quadridavyna, reppiaíta y vanadomalayaíta (1994), chiavennita, magnesio-dumortierita y sabelliíta (1995), rosiaíta y sigismundita (1996), dessauíta (1997), escandiobabingtonita, grumiplucita y stoppaniíta (1998), orlandiíta, scainiíta (1999), carraraíta, peprossiíta-(Ce) y santabarbaraíta (2000), pilláíta y zaccagnaita (2001), ciprianiíta, moëloíta, mottanaíta-(Ce) y vicanita-(Ce) (2002), marinellita (2003), gramacciolita-(Y) y pellouxita (2004), rouxelita, sacrofanita y vurreoíta (2005), allanita-(La) (2006), ardennita-(V), marrucciíta y zincalstibita (2007). También aquel largo camino de challacolloíta desde el volcán Vesubio en 1885, pasando por yacencias similares en lavas de las islas Kuriles y del Japón, por el uso de sus cristales sintéticos en la industria laser, a su definición final en la mina de plata Challacollo, Iquique, Chile (2005). El inventario mineral supera los 30.000 ejemplares con unas 2.500 especies minerales diferentes, ubicando al museo de la Universidad de Roma "La Sapienza" entre los mejores de Europa.



Onoratoíta $Sb_8O_{11}Cl_2$ – C2/m



Ferruccio Zambonini (1880-1932)



Ferruccita, Vesubio, Italia

El mineralogista italiano FERRUCCIO ZAMBONINI (1880-1932) nació en Roma y fue el más grande erudito sobre los minerales del volcán Vesubio en el siglo XX. Interesado en las ciencias naturales desde muy corta edad, se formó con especial cuidado en química y en física. Fue alumno de Giovanni Strüver (1842-1915) en la Universidad de Roma "La Sapienza" y más tarde auxiliar docente en la Universidad de Torino. En 1906, después de la violenta erupción del Vesubio de ese año, ocupó una plaza de asistente en la cátedra de Mineralogía de la Universidad de Nápoles, el lugar ideal para continuar la tarea del exitoso Arcangelo Scacchi. Publicó sus primeros trabajos en ese año *Sulla galena formatasi nell'ultima eruzione vesuviana dell'Aprile 1906* y *Notizie mineralogiche sull'eruzione vesuviana dell'Aprile 1906*; y al año siguiente *Sulla radioattività della cotunnite vesuviana*. Más tarde, Zambonini siguió un periplo docente por las cátedras de mineralogía y de química en las universidades de Sassari, Palermo y Torino. En el año 1910 y en esta última residencia, imprimió la primera edición de su celebrado libro *Mineralogia Vesuviana*, premiado por la Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli ese mismo año. Dos años después y también en Torino, aprovechando la calidad de su industria gráfica, editó el *Appendice della Mineralogia Vesuviana* (1912). Una década más tarde regresó a Nápoles como profesor titular ordinario de la cátedra de Química y al año siguiente fue nombrado rector de L'Università degli Studi di Napoli Federico II (1923). Murió en medio de una crisis cardíaca en la ciudad de sus amores y preparando la segunda edición de su obra magna con todas las novedades acumuladas en veinte años de estudios. Su alumno Emanuele Quercigh sacó de la imprenta tres años más tarde la famosa *Mineralogia Vesuviana, II Edizione* (1935). La producción científica de Zambonini registra 166 publicaciones entre las cuales

podemos citar *Sulla palmierite del Vesuvio ed i minerali che l'accompagnano* (1921), *Sulla presenza di mirabilite tra i prodotti dell'attuale attività del Vesuvio* y *Sulla presenza della picromerite tra i prodotti delle fumarole vesuviane* (1925), *Sulla presenza, tra i prodotti dell'attuale attività del Vesuvio, di una varietà cesifera del fluoborato di potassio* (1926). La mineralogía sistemática le reconoce las especies strüverita (1907), bassanita (1910), manganolangbeinita (1924), cannizarita y mitscherlichita (1925), malladrita y avogadrita (1926). Dos minerales le han dedicado con bastante infortunio, pues ambos fueron luego desacreditados. Zamboninita de Stella Starrabba resultó mezcla de fluorita y sellaíta y el mineral de Bauer resultó nontronita. No obstante, el mejor ayudante de Zambonini le dedicó con éxito a su memoria el mineral ferruccita, borofloruro de sodio de simetría rómbica, hallado en los sublimados de las fumarolas del Vesubio en el año 1933. Este dedicado ayudante de Zambonini en la cátedra de Química General y el único de sus alumnos que prosiguió su obra, GUIDO CAROBBI (1900-1983), nació en Pistoia y se graduó en Química en la Universitá di Napoli en el año 1922. Investigador de relieve, publicó 52 artículos científicos sobre las disciplinas de química orgánica, cristalografía y mineralogía solamente entre 1922 y 1930, durante su permanencia en Nápoles. La mineralogía sistemática le reconoce autoría en el estudio de las especies minerales ferruccita (1933), mercallita (1935), matteuccita (con Cipriani, 1952) y la variedad con cesio de avogadrita. Son apreciados sus libros escritos en colaboración para la enseñanza de la mineralogía *Trattato di Mineralogia*, en dos tomos y 857 páginas, (con Bernardini, Cipriani, Garavelli y Mazzi, 1971) y *Mineralogia* (con Cipriani y Garavelli, 1987). Continuó su carrera académica en las universidades de Messina, Modena, Bologna y Florencia, ciudad esta última donde falleció a los 82 años de edad. El mineral carobbiíta, fluoruro cúbico de potasio hallado por el mismo Carobbi en los sublimados del volcán Vesubio, fue estudiado y nominado en su homenaje por Hugo Strunz (1956).



Guido Carobbi (1900-1983)



Percy Quensel (1881-1966)

Quenselita $PbMnO_2(OH)$ – P2/a

PERCY DUDGEON QUENSEL (1881-1966) fue un mineralogista sueco que nació en Marstrand, sobre la costa occidental de Suecia, de una madre escocesa que mantuvo la doble nacionalidad británica-sueca y hablaba inglés en su hogar, razón por la cual Percy siempre lo dominó como lengua materna. Cursó sus estudios universitarios en la Universidad de Upsala, pero también realizó pasantías en Alemania (Universität Heidelberg) y en Austria (Universität Graz). Durante su preparación universitaria como alumno de geología se incorporó a la expedición científica sueca a la región austral de América de Sur (Swedish Magellanic Expedition) desde septiembre de 1907 a junio de 1909. Se investigaron los Andes Patagónicos del sur de Chile con base en Punta Arenas y se visitaron las islas del Atlántico Sur: Tierra del Fuego, Malvinas, Georgias del Sur y también Juan Fernández en el océano Pacífico. Luego, en el año 1911, defendió su tesis de doctorado por la Universidad de Upsala con el tema

"*Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillera*". Durante el año 1914 Quensel ganó la plaza de profesor ordinario en la cátedra de mineralogía y petrología de la Universidad de Estocolmo, sitial académico que conservó durante toda su vida. Sus objetivos iniciales de investigación se orientaron al estudio y el mapeo de las comarcas montañosas del noroeste de Suecia. Su labor fue continua más allá de su jubilación en 1948, pues en calidad de profesor emérito de la Universidad de Estocolmo continuó sus tareas hasta el año de su muerte. El hallazgo de pegmatitas con minerales de elementos raros en Varuträsk durante 1933 y su explotación por la empresa sueca Boliden Company lo comprometió con el estudio de la mineralogía de estas pegmatitas por largas décadas. Algunos de sus trabajos publicados en este tema son: *En nyfunnen fosfatrik Hiumpegmatit vid Varuträsk i Vasterbotten* (1935); *Nya mineraltyper från Varuträskpegmatiten* (1936); *Minerals of the Varuträsk pegmatite. I. The lithium-manganese phosphates II. Allevardite. With an X-ray analysis of the mineral and of other arsenic-antimony alloys*, en colaboración con Ahlberg & Westgren; *Minerals of the Varuträsk pegmatite. III. Arsenostibite, a hydrous oxidation product of allevardite, IV. Petalite and its alteration product, montmorillonite; V. Manganapatite and manganwoelckerite; VI. On the occurrence of cookeite; VII. Beryl; VIII. The amblygonite group* (1937); *Minerals of the Varuträsk pegmatite. X. Spodumene and its alteration products; XI. The niobate-tantalate group*, en colaboración con Berggren; *XIII. Pollucite, its vein material and alteration products* (1938); *Minerals of the Varuträsk pegmatite. XIV. The tourmaline group*, en colaboración con Gabrielson (1939); *Minerals of the Varuträsk pegmatite. XVI. Lithiophilite, a third primary alkali-manganese phosphate from Varuträsk; XVII. Further comments on the minerals varulite and alluaudite; XIX. The uraninite minerals (ulrichite and pitch-blende)* (1940); *Minerals of the Varuträsk pegmatite. XXIV. A new find of manganotantalite; XXX. Cassiterite and stanniferous columbite; XXXIV. Quartz in different structural and paragenetical modes of occurrence within the Varuträsk pegmatite* (1941); *Die Mineralien des Lithium-Pegmatites von Varuträsk* (1942); *Berylliumorthit (muromontit) från Skuleboda faltspatbrott* (1944); *Minerals of the Varuträsk pegmatite. XXXV. Stibiomicrolite (species redefined); XXXVI. Further alteration products of pollucite* (1945); *Minerals of the Varuträsk pegmatite. XXXVII. A spodumene-quartz symplektite; Svensk mineralogisk forskning under ett gånget kvartsekel* (1946); *The paragenesis of the Varuträsk pegmatite* (1952); *The paragenesis of the Varuträsk pegmatite including a review of its mineral assemblage* (1956); *Minerals of the Varuträsk pegmatite. XXXIX. A fourth variety of montebrasite* (1962). Sobre el viaje a la América del Sur publicó: *On the influence of the ice age on the continental watershed of Patagonia* (1910); *Die Geologie der Juan Fernandezinseln* (1912); *Die Quarzporphyr und Porphyroid formation in Südpatagonien und Feuerland* (1913); *Additional comments on the geology of the Juan Fernandez Islands*. In: *The Natural History of Juan Fernandez and Eastern Island*; (1952); *Nuevos comentarios sobre la geología de las Islas de Juan Fernández* (1953). También estudió la petrología de las rocas charnockíticas descubiertas en las cercanías de Varberg, en Suecia, que publicó como *The charnockite series of the Varberg district on the south-western coast of Sweden* (1951). No menos de treinta publicaciones adicionales se han editado con su nombre entre cartas geológicas y temas varios. A Quensel le debemos las nuevas especies ferrisicklerita y varulita (1937), ambas procedentes de la pegmatita Varuträsk, Suecia. El mineral quenselita, un óxido básico de plomo y manganeso, de simetría monoclinica, fue hallado en el rajo América de la mina Långban, Värmland, Suecia, y dedicado en su homenaje por Flink en el año 1925.

El destacado mineralogista austriaco KARL FRANZ JOHANN CHUDOBA (1898-1976) nació en Wratzow, localidad que pertenecía en esa época al imperio austro-húngaro y recibió instrucción militar temprana. Luego de haber cursado la escuela elemental en Trebitsch y el Unterrealgymnasium en Neu-Titschein, ingresó como cadete en la Escuela de Artillería de Traiskirchen, en las cercanías de Viena. En el verano de 1916 egresó como oficial de Artillería para servir como teniente artillero activo en la Primera Guerra Mundial. Esos años de juventud modelaron el carácter y la templanza del profesor Chudoba, dotado de una personalidad muy fuerte en el cumplimiento del deber y la autodisciplina, individualidad aderezada con un

indestructible sentido del humor. Retirado del servicio militar, estudió estenografía en la escuela superior profesional en Viena, para ingresar también a estudiar geología en ciencias naturales, con una vocación especial hacia la cristalografía óptica y la mineralogía. En el semestre de verano del año 1923 alcanzó su primera posición laboral universitaria como ayudante-asistente (Hilfsassistent) del afamado profesor Friedrich Becke en el Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Wien. Chudoba demostró una dedicación completa a la enseñanza y al estudio de la mineralogía para defender su doctorado con el tema *Die Dispersion der Plagioklase Albit und Anorthit* en 1924. Su amor a la investigación de los feldespatos fue una constante en su vida universitaria y él un referente ineludible en el asunto. Continuó sus estudios iniciando la síntesis de los feldespatos en el Instituto del Profesor Hans Schneiderhöhn en la Universität Freiburg, entre los años 1926 a 1928, para proseguir su carrera en el Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Bonn desde 1928 a 1944, donde acompañó las últimas actividades académicas del consejero profesor Reinhard Brauns, su mentor en esta universidad. El mineralogista alemán REINHARD BRAUNS (1861-1937) nació en Eiterfeld, cerca de Kassel y fue profesor de mineralogía en varias universidades alemanas. En 1893 ocupó su primer cargo de profesor ordinario en la Technische Hochschule Karlsruhe y desde 1895 en la Universität Giessen. A partir de 1904 fue profesor de mineralogía y geología en la Universität Kiel. Hacia 1907 se trasladó como titular de la cátedra de Mineralogía en la Universität Bonn donde se jubiló en 1928. Murió nueve años después en Bonn a consecuencias de un accidente de tránsito. Su obra más destacada fue *Das Mineralreich* (1903), libro editado por J.F. Schreiber Verlag en Esslingen y München, con bellas imágenes coloreadas de los especímenes ilustrados, que vio varias ediciones. Luego, a su memoria, Hamm y Hentchel le han dedicado el mineral monoclinico reinhardbraunsita, nuevo nesosilicato de la serie de la condrodita coleccionado en Bellerberg, Hessen, Alemania (1983).



Ferrisicklerita $\text{Li}(\text{Fe},\text{Mn})\text{PO}_4$ - Pbnm



Reinhard Brauns (1861-1937)



Reinhardbraunsita $\text{Ca}_5[\text{SiO}_4|\text{F}_2]$ - $\text{P}2_1/\text{a}$

A orillas del Rhein, Chudoba trabajó en sus feldespatos y de docente auxiliar hasta defender su trabajo de habilitación en 1929 con el tema *Über seltenere Mineraleinschlüsse in Effusingssteinen*. En 1934 fue nombrado profesor interino en la dirección del Instituto. En 1938 profesor titular ordinario para mineralogía y petrología y director del Bonner Mineralogisch-Petrographischen Institut. Ejerció el rectorado de la Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität de Bonn entre los años 1940 a 1944. Sus simpatías con el nacionalsocialismo en el gobierno de Alemania nunca fueron extremas o explícitas, pero sí registradas en publicaciones o manifiestos del tipo *Die Grundlagen nationalsozialistischer Selbsthilfe in der Erzwversorgung* (1933) o *Kriegsvorträge der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn a. Rh* (1940-43); en el otorgamiento de una distinción académica como hijo pródigo y ciudadano honorario de Bonn al SA-Oberführer

Landesrat Dr. Hans-Joachim Apffelstaedt (1941) o en la presidencia del consejo y jurado de los Joseph-von-Görres-Preises (1942). Los apoyos y el asesoramiento que brindó a las tropas alemanas de ocupación en Bélgica (1941) y más tarde contra Rusia e Inglaterra, tampoco pasaron inadvertidos. Estas simpatías le acarrearón no pocos sinsabores con la suerte final de la guerra. Detenido y procesado por el Alto Tribunal aliado en Nürnberg, dentro del programa de desnazificación, fue internado dos años en un campo de concentración en el sector ruso de la ocupación aliada. Varios profesores notables de la Universität Bonn, Johannes Pfeiffer, Wilfried Fitting, Dieter Weitzel, August Reichensperger y Hans Cloos, declararon a su favor acerca de su brillante trayectoria científica, su ecuanimidad en el desempeño del rectorado y sus desvelos por el destino de la institución. Las organizaciones gremiales (NS-Dozentenbund) como también las estudiantiles (NS-Studentenbund) y las de veteranos (Kriegsvorbereitung) pidieron su liberación, la cual aconteció al 1° de octubre de 1948, pero fue pensionado por enfermedad invalidante. Luego del retiro de las tropas rusas de Austria, la Universität Bonn lo restituyó en su cargo de profesor titular ordinario de mineralogía al 1° de marzo de 1953. En su homenaje de 70 años fue designado emérito (1968). Los dos ejes principales de Carl Chudoba como investigador fueron los feldespatos y la gemología. Sus clases magistrales, especialmente las de piedras preciosas, convocaban a un numeroso público que excedía generosamente al de sus alumnos regulares. Los mejores resultados de sus estudios ocupan el lapso entre 1925 y 1940. Su obra édita supera las 120 publicaciones. Entre los libros debemos mencionar *Mikroskopische Charakteristik der gesteinsbildenden Mineralien* y *Die Feldspäte und ihre praktische Bestimmung* (1932); *The determination of the feldspars in thin section* (con Kennedy, 1933); *Bezeichnungsübersicht und Bestimmung der Schmucksteine* (1939); *Schmuck- und edelsteinkundliches Taschenbuch* (con Gübelin, 1953); *Echt oder synthetisch?* (con Gübelin, 1956); *Edelsteinkundliches Handbuch* (con Gübelin, 1966) y con cinco ediciones. Sus manuales *Mineralogie, Allgemeine Mineralogie* y *Spezielle Mineralogie*, han visto doce ediciones entre los años 1945 a 1968. Le dió continuidad *post mortem* a las obras de Hintze y de Brauns al reeditarlas y actualizarlas con *Handbuch der Mineralogie, Gesamtregister* (1939 a 1970) y *Handbuch der Mineralogie, Ergänzungsband II* (1960 a 1975) de Hintze. Los manuales Brauns-Chudoba *Mineralogía General* (1961) y *Mineralogía Especial* (1963) fueron traducidos al castellano y editados en España. Entre los artículos publicados se pueden seleccionar *Die Dispersion der Plagioklase Albit und Anorthit; Die optische Orientierung des Albita von Rischuna; Zum Meteorfall in Lanzenkirchen* (1925); *Neue Analysen von Waldriertelgesteinen* (1926); *Zwillingspersistenzen y Über einen vermutlichen Zusammenhang zwischen der Verzwilligung und dem Atombau der Bestandteile gewisser regulärer Kristalle heteropolarer Verbindungen* (1927); *Die Trichterfassung nach der Querschnittsmethode y Genetische Trachtstudien am Augit des Limburgits vom Limberg bei Sasbach am Kaiserstuhl* (1928); *Über Mangandiaspor und Manganophyll von Postmasburg (Griqualand, West-Südafrika) y Optische Untersuchungen im System $Al_2O_3-SiO_2-K_2O$* (1929); *Über die Festlegung kristallographischer Richtungen in opaken Mineralien und Erzen im auffallenden Licht; Über die Feldspäte der Einschlüsse im Basalt des Dachelsberges und über den Sanidinanorthoklas vom Drachenfels; Über umgekehrte Zonenfolge zonargebauter Plagioklase im Melaphyr des Brandberges (S.W.-Afrika) und über gleichzeitige Antiperthit- und Perthitonen der Albite des Brandberg-Kerngranits; Über seltenere Mineraleinschlüsse in Effusivgesteinen* (1930); *Über synthetische Edelsteine y Über die Feldspäte der Sanidinite aus dem Laacher-Seegebiet* (1931); *Der Brandberg. Bau, Bildung und Gestalt der jungen Plutone in Südwestafrika* (con Cloos, 1931); *Über die metamorphen Gesteine bei Winterburg im Hunsrück* (con Obenauer, 1931); *Die Bestimmung der Plagioklase in Doppelzwillingen nach dem Albit- und Karlsbader-Gesetz bei Untersuchungen mit Hilfe des Universaldrehtisches* (1932); *Tracht und Habitus der Kristalle; Zur chemischen Zusammensetzung pegmatitisch und magmatisch gebildeter Alkalifeldspäte, Der Einfluss der Kalikomponente auf die Auslöschungsschiefe der Flächen P(001) und M(010) der Plagioklase* (1933); *Durch Sonnenlicht verfärbare Zirkone (Hyazinthe) y Licht- und Doppelbrechung der α -Zirkone* (1935); *Zur Bestimmung durchsichtiger Schmucksteine nach ihrer Dichte und Farbe y Dr. Chudoba's specific gravity chart* (1936); *Isotropisierung und Rekrystallisation im Zirkon y Hardness and density of zircons* (1937); *Die*

Härte des Edelsteinminerals Zirkon; Bezeichnungsübersicht und Bestimmung der Schmucksteine; Probleme der Farbveränderung und Farbveredelung an Schmucksteinen (1938); *Über die Isomorphie von Eisen und Zink in der Zinkblende* (con Mackowsky, 1939); *Über Feldspat von der Serra do Espinhaço, Brasilien* (con Kleber, 1940); *Die frühmagmatische Bildung der Olivinausscheidungen vom Finkenberg (Siebengebirge) und Dreiser Weiber (Eifel)* (con Frechen, 1941). El mineral chudobaíta, arseniato básico monoclinico de magnesio y zinc, con diez moléculas de agua de cristalización, fue descubierto en la mina Tsumeb, Namibia, África, y dedicado en su homenaje por Hugo Strunz en el año 1960.



Karl Chudoba (1898-1976)



Chudobaíta de Tsumeb, Namibia



Fritz Laves (1906-1978)

El eminente cristalógrafo alemán FRITZ HENNING EMIL PAUL BERNDT LAVES (1906-1978) nació un frío día invernal a fines de febrero en Hannover, hijo de un juez y heredero de una respetable familia de juristas, artistas e ingenieros, donde comentan que su padre, con su bautismo y sin omisiones, quiso recordar los nombres de todos sus padrinos. Descendiente directo de Georg Ludwig Friedrich Laves (1788-1864), famoso arquitecto por cinco décadas de la corte del rey de Hannover e Inglaterra y diseñador responsable del edificio de la ópera de Hannover y del palacio Wangenheim, el joven Fritz heredó un inusual talento musical y plástico, ejecutando al piano con notable destreza sonatas de Beethoven y Mozart. Su literatura favorita incluyó obras de Goethe, Thomas Mann, Hermann Hesse y Hermann Kasack. Siempre se destacó por una visión topológica tridimensional muy celebrada por su mentor en Göttingen, Víctor Moritz Goldschmidt. Ampliamente conocido hoy como Fritz Laves, su extensa obra recorre las tres etapas -alemana, americana y suiza- de su trayectoria académica. Ya en la niñez le apasionó la Naturaleza y a la edad de doce años coleccionaba minerales y rocas. Tras cursar su escolaridad básica y aprobar el Gymnasium en Hannover durante 1924, se inscribió en Geología en la Universität Innsbruck (Austria) por consejo de su padre, para estudiar mineralogía en Göttingen, Alemania (1924-1926) y en Zürich, Suiza (1926-1929). Aquí defendió su doctorado, bajo la dirección del afamado Paul Niggli, sobre una clasificación de estructuras cristalinas con nuevos criterios topológicos. Las ideas de Niggli y sus pasantes lo subyugaron para abrazar este tema en una atmósfera privilegiada por las personalidades de los cristalógrafos Brandenberger, Heesch, Ito, Nowacki y Parker y los matemáticos van der Waerden y Burkhardt, que ayudaron a crear la nomenclatura sistemática apropiada para la nueva descripción cristalocímica. Cuando en 1919 Niggli acuñó el concepto de celda compleja, el joven Fritz lo aplicó a las propiedades emergentes de empaquetar esferas en unos pocos grupos espaciales de los grupos puntuales C4 y S4, lo cual convenció a Niggli que necesitaría otra vida para calcular el potencial derivado del empaquetamiento homogéneo de esferas con todas las pautas de los 230 grupos espaciales. La tesis de Fritz (1929) sumó a la

literatura estructural cristalográfica, desde 1930, vocablos como Insel, Kette, Netz, Einheiten, Verbände, Zusammenhang, Gerüst, Bau-Skelett (isla, cadena, red, unidades, asociaciones, correlación, andamiaje, armazón del edificio cristalino). El "Geheimrat" Professor Otto Mügge, director del Mineralogisches Institut der Universität Göttingen y de la tesis doctoral de Paul Ramdohr, supo brindarle permiso especial para ver las colecciones del museo a todo horario. Permaneció en Göttingen como ayudante de Goldschmidt en una carrera universitaria alemana muy lenta, por su franca opinión adversa al nacionalsocialismo emergente, investigando la cristalografía de los compuestos intermetálicos y sus aleaciones del tipo AB_2 ($MgZn_2$, $MgCu_2$ y $MgNi_2$) en un trabajo pionero que alumbró las propiedades de unos 220 compuestos binarios. Durante la reunión de la Gesellschaft der Wissenschaften en Göttingen del año 1932, Goldschmidt presentó el primer artículo sobre los números de coordinación y las valencias electrónicas de las aleaciones intermetálicas; en el mismo año que Laves supo defender su habilitación docente con la estructura del Ga y su coordinación en compuestos intermetálicos. En agosto de 1939 fue reclutado por el Wehrmacht con registro social de sujeto inadaptado al Tercer Reich. La liga científica alemana, en la figura de Paul Rosbaud, tal vez salvó su vida al lograr su traslado a la Luftwaffe, en enero de 1940, para trabajar en metalurgia para aviones con un grupo de científicos bajo la supervisión de Hermann Goering. Abordó problemas de disolución de Al-Cu y Al-Mg en aleaciones cúbicas de Mg, tras la pretensión del líder de la Luftwaffe para desarrollar una aleación más fuerte que el acero y más liviana que el aire. Hasta 1944 siguió en la cátedra de Goldschmidt con cargos auxiliares de *Assistant* y *Privat Dozent* para pasar a revistar como profesor extraordinario y director de instituto en la Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (1943-1945), donde eligió como centro de su motivación científica el problema del orden-desorden en los cristales; y luego profesor ordinario y director de instituto en la Philipps-Universität Marburg (1945-1948) donde inició el desarrollo teórico, con su ayudante Heinz Jagodzinski, quién luego sería profesor de la especialidad en el Institut für Kristallographie und Mineralogie der Universität München, del desorden cristalino unidimensional y sus efectos en las estructuras y superestructuras cristalinas bidimensionales. Sin alcanzar la notoriedad de Wernher von Braun, luego de la guerra Laves también fue un científico alemán alcanzado por el Proyecto Paperclip en el ámbito de la US Navy y convocado a trabajar, por intermedio de Thomas Fredrik Weiby Barth (1899-1971), en el Geology Department de la University of Chicago a partir del año 1948. Sus investigaciones en América, con la colaboración de Julian Royce Goldsmith (1918-1999), se orientaron al fenómeno orden-desorden en las estructuras de los silicatos complejos, en especial feldespatos. Fueron seis años en los cuales la familia Laves obtuvo ciudadanía americana y donde su abnegada esposa Melitta Druckenmüller, de profesión arquitecta y destacada vocación artística, continuó su apoyo con el dibujo de las figuras de sus trabajos. El amoroso cuidado brindado en su casa veraniega italiana, tras el ataque cardíaco sufrido en 1972, facilitó la continuidad de la valiosa producción intelectual de Fritz hasta el final de sus días. Su enorme contribución al conocimiento de las estructuras modulares complejas y los feldespatos (sanidina, ortoclasa, microclino, adularia, anortoclasa, albita de alta y baja) fue favorecida por el equipamiento instrumental de última generación en este asiento -amplia disponibilidad de cámaras de precesión para difracción de rayos X, IR, NMR, ESR, microscopía electrónica del tipo (PhEEM, SEM, TEM)- en una tarea que se prolongó por tres largas décadas. El regreso a Europa aconteció en el año 1954, cuando fue convocado a suceder a su maestro Paul Niggli y aceptó la cátedra de mineralogía en la Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, donde permaneció hasta su jubilación, tras la cual, en calidad de emérito, aún dirigió el Fritz-Haber-Institut der Max Planck-Gesellschaft en Berlín. Durante sus últimos quince años estudió las aleaciones de Al, Ga, V, Nb, y Ta en relación con la superconductividad, para la estructura tipo β - WCr_3Si , frente a los cambios de presión y temperatura en dependencia con sus fases de transición. Fritz Laves publicó más de 230 trabajos científicos y marcó con gran profundidad el avance de la cristalografía y la

cristalografía estructural en el siglo XX. Su estancia suiza fue particularmente fructífera por sus nexos interdisciplinarios con la física y la química. El viejo y prestigioso Institut für Mineralogie und Petrographie de Paul Niggli bajo su dirección devino en el Institut für Kristallographie und Petrographie (IKPETH), que tuvo enorme influencia en el desarrollo de la cristalografía, con “sucursales Laves” en muchas universidades alemanas: en Bochum, Freiburg, Hannover, Karlsruhe, Konstanz, Mainz, Marburg, Munich, Münster y Regensburg. Una veintena de sus discípulos destacados, ayer en calidad de asistentes y doctorandos, hoy llevan adelante sus líneas de investigación tecnológica, en mineralogía y en ciencias de los materiales, desde sus cátedras universitarias. Otros tantos prestigian y potencian a la industria tecnológica mundial de punta. Como Presidente de la DMG *Deutsche Mineralogische Gesellschaft* (1956-1958); luego Vicepresidente y miembro del Comité Ejecutivo de la Unión Internacional de Cristalografía (1960-1966); académico de número en la Akademie der Naturforscher "Leopoldina" en Halle, de la Akademie der Naturwissenschaften und Literatur en Mainz y de la Bayerische Akademie der Wissenschaften en München, Laves recibió numerosas distinciones entre las cuales figura el doctorado *honoris causa* por la Ruhr-Universität Bochum, las medallas Roebing de la Mineralogical Society of America y Abraham Gottlob Werner de la Deutsche Mineralogische Gesellschaft, donde a partir del año 1971 fue designado miembro honorario, tal como también aconteció en la Österreichische Mineralogische Gesellschaft. Su relación como miembro destacado y editor del Zeitschrift für Kristallographie fue larga y fecunda, imprimiendo en la prestigiosa revista su talento científico y sus agudas perspectivas filosóficas. Falleció de modo plácido el 12 de agosto de 1978 en su adorada casa de Laigueglia, junto a las bellas playas de la Liguria italiana.

Tertschita, $\text{Ca}_2[\text{B}_3\text{O}_7(\text{OH})_5] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 2/m

Heinz Meixner (1908-1981)

Meixnerita, $\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{O}_{18} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - R3m

HEINZ MEIXNER 1908-1981, fue un profesor emérito de mineralogía de la Universität Salzburg, notable mineralogista austríaco que destacó por su amplia producción y su infatigable contracción al trabajo, a lo largo de una vida académica que transcurrió entre las universidades de Viena, Leoben y Salzburgo. Nació en Graz en una rígida familia de científicos naturalistas. Su padre Adolf Meixner fue el zoólogo responsable a cargo del Departamento de Zoología en el Landesmuseum Joanneum de la ciudad de Graz. Su severa madre Bertha Vukits, geóloga y mineralogista, había sido alumna de Cornelius Doelter en la Universität Graz, y en la misma universidad el hermano de su padre fue profesor ordinario de Zoología. En compensación y muchos años más tarde, cuando se casó con Hermine Genger (1954), obtuvo una fiel y dedicada compañera muy interesada en compartir sus investigaciones de campo y sus excursiones de recolección de muestras. Ella lo tomó como “der Kleinkram des Alltages” (el pequeño propósito de todos los días) a su muy apreciada ayuda conyugal para sus conferencias

y sus trabajos de investigación. En la niñez asistió a la Oberrealschule de Graz y su temprana afición a los minerales fue estimulada por sus profesores Ferdinand Angel y Felix Machatschki, luego también docentes en ciencias naturales de la universidad, facilitando los contactos con coleccionistas e investigadores en mineralogía. El examen final de Heinz para su promoción como bachiller aconteció en la Bundesrealschule de Fürstenfeld, Steiermark, con el tema *Neue Mineralfundpunkte in den Österreichischen Ostalpen I und II*. En el semestre de invierno 1930-31 registró matrícula en la Philosophische Fakultät der Universität Graz, para estudiar el profesorado de Química e Historia Natural (Mineralogía, Geología, Zoología y Botánica). En 1935 completó el examen de profesorado y año de entrenamiento del 2. Bundesrealgymnasium de Graz. Al año siguiente defendió su tesis doctoral en el tema *Das Mineral Lazulith und sein Lagerstättentypus* (1936), con el patrocinio del profesor Ferdinand Angel, el cual, desde 1931, revistaba de profesor ordinario de Mineralogía y director del Mineralogisch-Petrographisches Institut der Karl-Franzens-Universität Graz, al suceder en esta cátedra al profesor emérito Rudolf Scharizer, a su vez sucesor de Cornelius Doelter (1909) y dos veces rector en las universidades de Cernaut y Graz. Entre 1936 a 1938, Meixner se desempeñó como asistente de investigación del profesor Angel estableciendo una corriente de confianza y afecto mutuo. Luego asistió al Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Rostock, Alemania, para realizar una pasantía de perfeccionamiento con el profesor Carl Correns, donde estudió petrografía sedimentaria y determinación mineral de arcillas con röntgenografía especializada (verano de 1938). A fines de ese año ocupó una plaza de asistente de investigación para colaborar con el profesor Hermann Michel, su jefe del Mineralogisch-Petrographische Abteilung del Naturhistorisches Museum Wien, y también defendió su habilitación docente con la guía del profesor Alfred Himmelbauer en el Mineralogisches Institut der Universität Wien. Hacia 1940 ya obtuvo un cargo docente auxiliar en mineralogía de la Universidad de Viena, pero la guerra lo incorporó al servicio de la Luftwaffe. Desde 1942 cumplió tareas de geólogo militar en el emplazamiento y construcción de aeródromos en la Noruega ocupada. En 1945 fue capturado e internado como prisionero de guerra, para recuperar su libertad recién durante el año 1947, cuando regresó a su patria, ocupada a su vez por las tropas rusas hasta el año 1952. Por fortuna estos largos años no discontinuaron su voluntad tras una carrera con los minerales y es así que el Bergdirektor Dipl. Ing. Karl Tausch de la Österreichische Alpine Montangesellschaft lo contrató, como mineralogista y auxiliar de mercado a cargo de la filial en Hüttenberg, Austria, en el año 1948. Con su fuerte personalidad, un microscopio de polarización, una biblioteca especializada bastante completa, un laboratorio químico pequeño y otro petrográfico para hacer cortes delgados y probetas minerográficas, Meixner inició una colección de muestras de menas y organizó un grupo de investigación en mineralogía y yacimientos minerales en Knappenberg, un centro donde muy pronto creció la información reunida. Antes de la guerra se explotaban comercialmente las minas de siderita de Hüttenberg y luego de la guerra la gerencia de las minas encaró un programa de cierre de las actividades por antieconómicas. Las investigaciones del grupo de Meixner proporcionaron otros veinte años de reservas explotables. Este éxito consolidó las investigaciones de la Österreichische Alpine Montangesellschaft (1951), ampliando sus actividades a otras comarcas e impulsando un grupo fundador entusiasta por los minerales y el estudio de la geología de los yacimientos minerales en una liga de la provincia de Carintia, el así llamado *Fachgruppe Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten*, que editó su propia revista, *Der Karinthiner*, donde el profesor Meixner colaboró toda su vida. Las excursiones de campo, con socios y estudiantes, para la recolección de minerales adquirieron notoriedad y convocaron a personajes de la talla de Paul Niggli, Paul Ramdohr, Hans Schneiderhöhn y Helmut Winkler, que fueron huéspedes de Meixner en Knappenberg. En adelante, todo el distrito minero de Hüttenberg fue objeto de las prácticas de campo de los alumnos de geología, tanto austríacos como alemanes. En el año 1953 se organizó en forma conjunta el 31. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen

Gesellschaft en Leoben con el Mineralogentagung Leoben 1953, reuniones en que también participó la Società Mineralógica Italiana. Las excursiones estuvieron a cargo del profesor Otmar Friedrich como presidente del evento, secundado por Heinz Meixner, y todas las actividades registraron un éxito memorable. En 1956 defendió su habilitación docente en la Montanistische Hochschule de Leoben, hoy Montanuniversität Leoben, bajo la dirección del profesor Friedrich, iniciando en enero de 1957 sus clases sobre mineralogía aplicada en esa universidad. En 1958 participó en un programa de investigaciones litoestratigráficas, tectónicas y metamórficas sobre los Alpes, en casi 6000 km², organizado en conjunto por profesores austríacos y alemanes con sus alumnos de doctorado (Prof. Dr. A. Pilger, Technische Universität Clausthal, Prof. Dr. R. Schönenberg, Universität Tübingen, Prof. Dr. E. Clar, Universität Wien, Dr. N. Weissenbach, Clausthal y Dr. Meixner, Universität Leoben, entre otros). Finalmente sus resultados fueron volcados en carta tectónico-geológica a escala 1:25.000 y publicados en Clausthal como *Geologie der Saualpe* (1975). A inicios del año 1969, Meixner accedió por concurso al cargo de profesor ordinario y director del Institut für Mineralogie, Petrographie und Lagerstättenlehre der Universität Paris-Lodron Salzburg, para alcanzar su designación de emérito en la misma universidad durante el año 1979. Sus aportes más importantes en la mineralogía especial y topográfica y en la paragénesis de menas, además de su carácter abierto y amistoso, le granjearon enorme simpatía entre socios, coleccionistas y alumnos. Su publicación de *Neue Mineralfunde aus Österreich XXXI* (1981), en la serie *Carinthia II*, que editó por décadas con mucha regularidad, desde aquel temprano *Neue Mineralfunde in den Österreichischen Ostalpen I* (1930), describe 525 localidades austríacas con su contenido mineral. Su serie *Die Minerale Kärntens* con el resumen periódico de los minerales de Corintia también fue muy celebrado. Desde 1957 recibió invitaciones del profesor Sigmund Schemintzky para trabajar con los minerales en calidad de huésped en su instituto de la Universität Innsbruck-Bad Gastein, auspiciados por la Österreichische Akademie der Wissenschaften. Meixner tuvo membresías y reconocimientos varios: miembro de la Mineralogical Society of América (1953), el Förderungspreis für Wissenschaft und Kunst der Theodor-Körner-Stiftung (1966), el Goldenen Ehrenringes der Marktgemeinde Hüttenberg (1975), miembro honorario de la Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten (1973), de la Österreichische Mineralogische Gesellschaft (1978) y de la Deutsche Mineralogische Gesellschaft (1981). Luego del cierre de la minería en el distrito Hüttenberg, en el año 1978, fundó la Verein für Naturwissenschaftliche Feldforschung "Geozentrum Hüttenberg". Publicó 420 trabajos científicos, algunos de ellos seleccionados son: *Bindheimit und seine Paragenese aus den Lagerstätten Oberzeiring (Stmk.), Hüttenberg, Waitschach, Olsa, Wölch (Kärnten)*; *Das Mineral Lazulith und sein Lagerstättentypus* (1937); *Die Talklagerstätte Schellgaden im Lungau, sowie dort neu aufgefundenener Molybdänglanz und Zirkon* (1938); *Fluoreszenzanalytische, optische und chemische Beobachtungen an Uranmineralien* (1940); *Langit aus Cornwall und von Eschach (Schladminger Tauern), Steiermark* (1941); *Geschichte der mineralogischen Erforschung Kärntens* (1948); *Wulfenit von der Gehrwand, einem alten Blei-Zink-Bergbau des Typus Achselalpe und Bemerkungen über die Molybdänglanzparagenesen in den Ostalpen y Über Jordisit (amorphes Molybdänsulfid) von Bleiberg in Kärnten* (1950); *Kobalcabrerit, ein neues Mineral aus der Magnesitlagerstätte auf der Millstätter Alpe bei Radenthein, Kärnten; Zur erzmikroskopischen Unterscheidung der Tantalit-Tapiolit-Phasen, unter besonderer Berücksichtigung eines neuen Vorkommens im Pegmatit von Spittal an der Drau, Kärnten* (1951); *Neue türkische Boratminerale y Einige Boratminerale (Colemanit und Tertschit, ein neues Mineral) aus der Türkei* (1952); *Neue türkische Boratlagerstätten; Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnetit- und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen; Mineralogische Beobachtungen an Colemanit, Inyoit, Meyerhofferit, Tertschit und Ulexit aus neuen türkischen Boratlagerstätten* (1953); *Zur Identität von Mikbeewit (Micheewit) mit Gorgeyit* (1955); *Zur Molybdänmineralführung in Kärntner Pb-Zn-Lagerstätten; Nickelmineralisation und Stoffwechselbeziehungen zwischen Serpentinestein und Eisenspatlagerstätten am Beispiel des Antigorits vom Griesserhof bei Hirt, Kärnten y Die neue türkische Boratprovinz um Iskelekoy bei Bigadic im Vilayet Balikesir* (1956); *Berylliumminerale in den Alpen; Eine Gipsmetasomatose in der*

Eisenspatlagerstätte des Hüttenberger Erzbergs, Kärnten (1957); *Scheelitkristalle aus der Magnesitlagerstätte von Lanersbach bei Tux, Tirol* (1958); *Stoffwanderungen bei der Eisenspatmetasomatose des Lagerstättentypus Hüttenberg* (1960); *Das Vorkommen schöner Topas-Kristalle in den Hohen Tauern Salzburgs* (1961); *Die Metasomatose in der Eisenspatlagerstätte Hüttenberg, Kärnten* (1963); *Die Uranminerale der Umgebung von Badgastein, Salzburg; Pumpellyit in Miarolen des Granits vom Königskopf bei Braunlage im Harz, Deutschland; Die Uranminerale um Badgastein, Salzburg, im Rahmen Österreichs* (1965); *Brannerit aus der Eisenspatlagerstätte von Olsa bei Friesach, Karnten* (con El-Goresy, 1965); *Ein neues Vorkommen von Tunellit $\text{SrO}_3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ aus Anatolien, sowie Versuche zu Tunellit und Ulexit-Synthesen* (con Berdesinski, 1965); *Die Geomineralogie des Strontiums in Österreichischen Vorkommen y Eine Olivinknolle aus dem Klüftantigorit vom Gulsenbruch bei Kraubath* (1967); *Ein Beitrag zum Hörnesit $\text{Mg}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$, in der Vivianitgruppe* (1970); *Über Jarosit-Minerale (alte und neue Vorkommen aus Österreich) sowie Natrojarosit-xx von Souion, Griechenland* (1972); *Telluride der Gold-Nasturan-Paragenese von Mitterberg, Salzburg; y Ein Vorkommen von Värjyrenit-Kristallen aus Pakistan* (con Paar, 1976); *Talmessit, ein für Österreich neues Mineral aus der Umgebung des Klippitztörls, Saualpe, Kärnten* (con Ruscha, 1979); *Pb-Bi-(Cu)-Sulfosalts in Paleozoic Gneisses and Schists from Oberpinzgau, Salzburg Province, Austria* (con Paar y Chen, 1980); *New Observations on Ore Formation and Weathering of the Kamariza Deposit, Laurion, SE Attica (Greece)* (con Paar, 1982). Se destacan sus estudios sobre los depósitos de boratos de Turquía, desde donde le pertenece la nueva especie tertschita (1953), dedicada en homenaje al profesor de Mineralogía y Petrografía Hermann Tertsch (1911-1973). La mineralogía sistemática le reconoce los minerales tertschita (1953) y kahlerita (1960). El mineral meixnerita, hidróxido trigonal de aluminio y magnesio, con cuatro moléculas de agua de cristalización, procedente de Persenberg, Austria, se lo dedicaron Koritnig y Süsse (1975).

El mineralogista italiano CARLO LORENZO GARAVELLI (1929-1998) desempeñó su vida académica entre las universidades de Florencia y de Bari. Nació en Florencia huérfano de padre por la guerra. Su niñez y adolescencia fueron de muy humilde pasar, con una instrucción elemental entre la escuela pública y el liceo científico estatal. Su inclinación vocacional por la química lo impulsó a matricularse en la Facoltà di Chimica de la Università di Firenze, donde se graduó en el curso lectivo 1952-1953 con una tesis defendida en el Instituto de Mineralogía. Luego estudió física hasta dos asignaturas antes de la inconclusa graduación. Infatigable amante de los minerales y coleccionista compulsivo, dotado de memoria prodigiosa y una curiosidad siempre insatisfecha. Se inició en el acopio de “*materiali elbani*”, es decir especímenes colectados en los depósitos minerales de la isla de Elba, en especial del yacimiento Capo Calamita en que devino el mejor experto. En el año 1957 tomó una pasantía en los laboratorios del Instituto de Física Nuclear de la Universidad de Bruselas, Bélgica, y al año siguiente integró la comisión italiana a la segunda conferencia internacional sobre el uso pacífico de la energía nuclear que se llevó a cabo en Ginebra, Suiza, con el auspicio de Naciones Unidas. Representó a Italia en la International Atomic Energy Agency (IAEA) y en la Sociedad Europea por la Energía Atómica en Viena. Como docente extraordinario de la cátedra de Química General y Aplicada, de la facultad de Arquitectura de la Universidad de Florencia, obtuvo subsidios para sus actividades desde 1954 a 1960 y con posterioridad en la cátedra de Mineralogía de la Facultad de Química, con acceso al laboratorio de Geoquímica dependiente del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) de Italia anexo al Instituto de Mineralogía (1961-1963). Por sus méritos notorios en la investigación recibió, en marzo de 1959, el premio “Prof. Dr. Ugo Panichi” de la Società Mineralogica Italiana. La segunda parte de su carrera académica aconteció con la convocatoria del profesor Guido Carobbi para integrar el cuerpo docente de Geología en Bari. Concursó y ganó el cargo de profesor titular ordinario de la cátedra de Mineralogía, Istituto di Geologia, Università degli Studi di Bari, a partir del año 1964. Durante las dos décadas siguientes fue director del Instituto de Mineralogía y Petrografía de esta universidad. En 1971 organizó en el instituto el quinto Congresso Nazionale di Cristallografia auspiciado por l'Associazione Italiana

di Cristallografía. Garavelli fue un naturalista completo cuyos intereses abarcaron también la malacología, en parte por sus afanes de coleccionista, donde impulsó el Bollettino dell'Unione di Malacologia Italiana devenido en la Rivista della Società Italiana di Malacologia publicada en Bari. Más de dos centenares de artículos científicos cubren temas de mineralogía, cristalografía, en especial con especímenes de la isla de Elba y de los Alpes Apuanos, de biogeoquímica y de malacología. Fue coautor con su maestro Carobbi de dos populares manuales de Mineralogía y escribió otro sobre cristalografía estructural para la enseñanza *Appunti di Cristallografia strutturale* (1964). Con Curzio Cipriani escribieron otro manual, *Cristallografia chimica e mineralogia speciale*, que vio varias ediciones entre 1980 y 1987. Desempeñó cargos como miembro del Consejo de Administración de la Universidad de Bari, como presidente de Associazione Italiana Naturalisti y consejero de la Associazione Nazionale degli Insegnanti di Scienze Naturali (ALNSN). La Colección Garavelli de minerales fue una obra personal que, desde la niñez prosiguió en toda su vida y alcanzó a reunir unos 1100 ejemplares de 200 especies diferentes. En el año 2000 y luego de su muerte, la familia la donó al museo local. En la ceremonia de inauguración en mayo de ese año se impuso el nombre de Carlo Lorenzo Garavelli al ala de mineralogía y petrografía del Museo di Scienze della Terra dell'Università di Bari. La mineralogía sistemática le reconoce las nuevas especies minerales minguzzita y bonattita (1955); mohrita (1964); y minrecordita (con otros, 1982), esta última y como buen coleccionista aficionado, dedicada al amor por su revista preferida *The Mineralogical Record*. Hoy su hija, la profesora Anna Garavelli heredó, tanto en la vida como en la mineralogía, bellas cualidades humanas, cariño hacia la naturaleza y talento. Desde el Dipartimento Geomineralogico dell'Università di Bari ya nos ha brindado, entre otros minerales, la nueva especie vurroíta, exótica sulfosal de plomo, estaño, bismuto y cloro recuperada del cráter activo de La Fossa en forma de incrustaciones en fumarolas de alta temperatura (400-600°C), isla Vulcano, Italia (2005). El mineral garavellita, sulfosal de hierro, antimonio y bismuto del grupo de berthierita, con simetría rómbica y procedente del valle del Frígido en sus amados Alpes Apuanos, le fue dedicado por Gregorio *et al.* en el año 1979.



Carlo Garavelli (1929-1998)

Vurroíta $Pb_{20}Sn_2Bi_{22}S_{54}Cl_6$ - F2mm

Hugo Strunz (1910-2006)

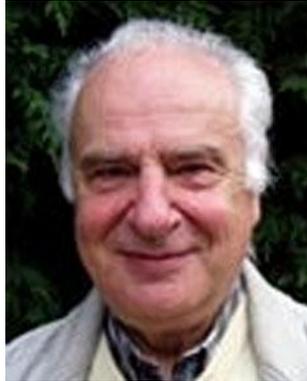
El famoso y sobresaliente mineralogista alemán KARL HUGO STRUNZ (1910-2006) nació en Weiden, Oberpfalz, y asistió durante su escolaridad elemental a la Volks- y Realschule para concluir su Gymnasium en la Oberrealschule de la ciudad de Regensburg, Bayern. Luego estudió mineralogía (1929) en la Technische Hochschule München y en la Ludwig-Maximilians-Universität München con la guía de los profesores Balthasar Gossner (1877-1937) y Hermann Steinmetz (1879-1964). Realizó dos pasantías académicas de perfeccionamiento a partir de 1933 en la Victoria University de Manchester para estudiar rayos X con W. L. Bragg y en la Eidgenössische Technische Hochschule de Zürich para estudiar cristalofísica y

cristaloquímica con Paul Niggli. Defendió con éxitos sendos doctorados en München, el filosófico en el año 1933 en la Ludwig Maximilians-Universität y el tecnológico en el año 1935 en la T. H. München. En 1937 y a invitación de Paul Ramdohr se trasladó a la Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin para desempeñarse como su asistente científico en la cátedra de Mineralogía, donde revistó como profesor extraordinario a partir de 1939. Fue designado conservador del Mineralogisches Museum der Universität Berlin a partir de 1943. Tras la destrucción de Berlín al final de la Segunda Guerra Mundial, registró un paréntesis docente en la Philosophisch-Theologischen Hochschule de Regensburg, ciudad donde fundó el Mineralogisch-Geologisches Institut y organizó una colección representativa de minerales. Hacia 1951 retornó a Berlín como profesor titular de dedicación exclusiva de Mineralogía en la Technische Universität Berlin, cargo que desempeñó hasta su jubilación en 1978, ocupando también una pasantía académica en la Harvard University, Cambridge, USA, en calidad de profesor investigador invitado durante el año 1954. El temple de Hugo Strunz fue esencial para restaurar el Mineralogisch-Kristallographisches Institut en el Berlín de la posguerra, mediante sus importantes nexos con las autoridades de ocupación, la industria y las asociaciones profesionales. Fue decano de la Fakultät für Bergbau und Hüttenwesen en la T.U. Berlin logrando el nuevo edificio de la unidad académica y la reconstrucción de las colecciones mineralógicas del más antiguo Mineralogisches Museum, el cual precedió a la fundación de la universidad y festejó el aniversario de sus 225 años de existencia justamente en el año 2006, pocas semanas antes de la partida definitiva de su eminente restaurador. Los intereses de Strunz en mineralogía abarcaron la mineralogía sistemática, la cristaloquímica y la geoquímica, con más de 200 artículos científicos publicados. Sus trabajos de campo privilegiaron la mineralogía topográfica de Bayern, su estado natal, y su visión panorámica nunca perdió de vista los fundamentos cristaloquímicos de la clasificación de los minerales, cuya evolución siguió con la guía implícita en la edición periódica de sus celebradas *Mineralogische Tabellen. Eine Klassifikation der Mineralien auf kristallchemischer Grundlage*. El orden mineral impuesto siguió los criterios químicos y estructurales más avanzados. La primera edición de estas valiosas tablas aconteció en el año 1941 en Leipzig, con reimpresión 1944 en An Arbor, casi veinte años antes de la fundación de la International Mineralogical Association y treinta años antes de la primera edición del Fleischer's Glossary of Mineral Species, cuyas novedades minerales se ofrecieron siempre con el criterio organizativo del alfabeto y una información complementaria demasiado sucinta. Las ediciones posteriores de las *Mineralogische Tabellen* en Leipzig contaron con la colaboración de Christel Tennyson: 2° 1949; 3° 1957, con reimpresión 1962 en Moscú; 4° 1966; 5° 1970; 6° 1977; 7° 1978; 8° 1982, todas en lengua alemana. La novena edición inglesa (2001), en coautoría con Ernest H. Nickel e intitulada *Strunz Mineralogical Tables. Chemical-Structural Mineral Classification System*, es una obra notable y de calidad excepcional. También publicó *Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie* (1978-1980) en su edición 16° y en coautoría con Paul Ramdohr, otro libro de excelente factura como consecuencia de su cuidadosa depuración a través del tiempo. Strunz obtuvo muchas distinciones en su vida académica. Fue miembro honorario de las sociedades mineralógicas de Alemania, América, Inglaterra y Rusia; de la sociedad gemológica del Japón y de las sociedades geológicas de Bulgaria y Hungría. Recibió la medalla Plinius de la Sociedad Italiana de Mineralogía y Petrografía, la medalla Bořický de la Universidad Karls de Praga, la cruz de primera clase por el servicio federal distinguido de la República Federal de Alemania y la senaduría en la Academia Leopoldina de Ciencias Naturales de Alemania. Fue chairman de la Mineral Data Commission (IMA) (1958-1970). Presidió la International Mineralogical Association y organizó su novena conferencia en la T. U. Berlin durante el año 1974. Se interesó por los aspectos históricos de la ciencia y publicó el libro *Von der Bergakademie zur Technischen Universität Berlin 1770-1970* (1970). La mineralogía sistemática le reconoce las nuevas especies scholzita (1948); laueíta y hagedorfita (1954); carobbita y pseudolaueíta (1956); freboldita (1957); gallita y stottita (con otros, 1958); zincrosasita (1959);

chudobaíta y stranskiíta (1960), itoíta (con Frondel, 1960); redledgeíta (1961); söhngeíta (1965), schaurteíta (con Tennyson, 1965); liandratita y petscheckita (con Mücke, 1978). El mineral strunzita, un fosfato básico triclinico de manganeso y hierro, con seis moléculas de agua de cristalización, fue hallado en la pegmatita Hagendorf, Oberphalz, Bayern, Alemania, y nominado en su honor por Frondel en el año 1958. Posteriormente se descubrieron las nuevas especies ferrostrunzita en Raccoon Creek, Mullica Hill, New Jersey, USA (1984) y ferristrunzita en Blaton, Hainault, Bélgica (1989).



Strunzita $\text{MnFe}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



Curzio Cipriani (1927-2007)



Ciprianiíta - Tre Croci, Latium, Italia

Otro afamado mineralogista italiano CURZIO CIPRIANI (1927-2007), profesor emérito de la Universidad de Florencia, nació y murió en esta bella e histórica ciudad de Italia con 80 años de edad. Desde niño atesoró una fuerte vocación por los minerales y las ciencias naturales hasta llegar a ser sin duda un museólogo de fama internacional. Cursó sus estudios de Química y se graduó en el año 1950. Tras defender su tesis doctoral en mineralogía, con un tema sobre los productos fumarólicos del volcán Vesubio y dirección de Guido Carobbi en la Universidad de Florencia, también inició allí su actividad docente universitaria como asistente voluntario en 1951 y luego con cargos docentes en la planta de ambas cátedras de Mineralogía, en la Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali y en la Facoltà di Farmacia (1953). Más tarde fue también docente en la cátedra de Petrografía en la primera facultad. En este periodo estudió los boratos precipitados en el campo geotermal de Larderello y se dedicó a los minerales de las rocas sedimentarias, caracterizando mineralógica y geoquímicamente diversos tipos de arenisca de los Apeninos. Inició así una escuela de petrografía sedimentaria que, en las instituciones de Florencia, dió lugar a la fundación de un Centro per la Mineralogia dei Sedimenti dependiente del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), del cual Cipriani fue su director. En 1964 fue designado profesor asociado extraordinario de Mineralogía en la Università di Padova. En este periodo padoviano, el interés de Curzio focalizó en la mineralogía de las rocas metamórficas y en los tipos de metamorfismo, definiendo geobarómetros y determinando las variaciones de las constantes paramétricas de la mica blanca (muscovita) con el grado metamórfico. A partir de 1968 regresó a su ciudad natal al ocupar por concurso la plaza de profesor titular ordinario en la Cattedra di Mineralogia per Scienze Geologiche dell'Università di Firenze, cargo que ocupó de forma ininterrumpida hasta el año 2000, al ser nominado Professore Emerito di Mineralogia, Linceo e Colombo, hasta alcanzar su jubilación (2003), con lo cual Curzio Cipriani dictó clases de mineralogía a estudiantes italianos durante 50 años (1953-2003). Ejerció la dirección del Instituto de Mineralogía en Florencia (1970-1976) y del centro anexo del CNR (1973-1979). Fue Prorrector de la Universidad de Florencia (1973-1976) y representante de esta universidad ante el Consiglio di Amministrazione del Consorzio Interuniversitario di Calcolo (CINECA)

(1972-1991). Durante dos décadas trabajó con los museos de ciencias naturales, dictando gran número de cursos de museología para naturalistas (1987-2007), asesoría de museos científicos universitarios con su experiencia desde su cargo de director del Museo di Storia Naturale y del Dipartimento di Mineralogia dell'Università di Firenze. El origen de este imponente museo se remonta al año 1775 cuando el gran duque Pietro Leopoldo di Lorena creó el Imperial Regio Museo di Fisica e Storia Naturale en la ciudad de Florencia, para exhibir antiguos instrumentos de física y colecciones de objetos naturales, en donde sobresalían los minerales, las rocas, las gemas, piedras labradas y ornamentos de joyería recolectados de la Casa de Medici desde mediados del siglo XVI. Un siglo más tarde, la sección de mineralogía y geología de este museo se trasladó, desde la via Romana, a su locación actual con dependencia universitaria en la via La Pira, en donde reabrió con el nombre de Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze (1875). El número de especímenes, que supera los 50.000 ejemplares, junto al alto valor científico e histórico de sus colecciones, coloca a este museo entre los más importantes del orbe. Cipriani fue miembro de la dell'Accademia Nazionale dei Lincei y presidente de su Commissione Musei Scientifici. Presidente della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia (1983-1984) y presidente del Gruppo Nazionale di Mineralogia durante tres ejercicios trianuales (1991-1999). También presidió por veinte años la Commission on Museums de la International Mineralogical Association (IMA). Presidente de la Associazione Nazionale Musei Scientifici (1984-1989), donde supo potenciar las actividades científicas desde las comisiones ministeriales tras el equipamiento y habilitación del Centro di Microscopica Elettronica e Microanalisi y del Centro di Calcolo dell'Università di Firenze. Se interesó en las nuevas tecnologías (EPR, XANES, RBS) y su aplicación en la cristalografía de sulfuros, sulfosales y meteoritos. Presidió el Corso di Laurea in Scienze Geologiche (1993-1998). Publicó los libros *Appunti di museologia naturalistica* (Firenze University Press, 1995), *Contributo alla mineralogia settecentesca* (Olschki ed., 1999) e *Pietre preziose* (2da ed. Electa Mondadori, 2003) como único autor, y otros varios en coautoría. Sus más de 150 artículos éditos abarcan títulos de mineralogía sistemática, petrografía sedimentaria, museología científica e historia de la mineralogía, aquí más bien dedicados al Renacimiento y la Ilustración, con personajes del fuste de Biringuccio, Agrícola, Haüy y Targioni Tozzetti. Describió y publicó ocho nuevas especies minerales acreditadas (dos telururos, tres boratos y tres fosfatos en total) desde sborgita (1957); biringuccita y nasinita (con Vannuccini, 1961); rodolicoita y grattarolaita (con otros, 1997); santabarbaraita (con otros, 2000) hasta mazzettuita y museumita (con Bindí, 2004). El mineral ciprianiíta, un borosilicato monoclinico de calcio, aluminio, torio y tierras raras, hallado en Latium, Italia, fue estudiado y dedicado en su homenaje por Della Ventura *et al.* en el año 2002.

Agradecimientos:

Deseo agradecer muy especialmente a la siempre vital “Alma Mater Nostra” Hebe Dina Gay, que con su meritoria dedicación docente supo orientar las vocaciones de tantos estudiantes, incluyendo la mía, desde su Cátedra de Mineralogía en la Universidad Nacional de Córdoba, y que en esta oportunidad me ha brindado con generosidad su biblioteca, sus consejos y su dedicada corrección de manuscritos. Una ayuda inestimable con las fuentes específicas germánicas y valiosas recomendaciones recibí de mis colegas y amigos, brillantes mineralogistas austríacos, Werner Paar y Hubert Putz, de la Universidad de Salzburgo y Fritz Ebner de la Universidad de Leoben. De igual forma fue muy apreciada la colaboración y consejos con la bibliografía italiana de mis amigos, Paolo Orlandi desde su Cattedra di Mineralogia Sistemática e Gemmologia, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa y Renato Pagano, ingeniero industrial, cultor de la ciencia, de la historia y de la bibliografía mineralógica, vinculado a la Rivista Mineralogica Italiana, del Gruppo Mineralogico Lombardo, en Milán. Paolo es un real fuera de serie todo terreno de la mineralogía mundial, con la edad de Cristo en especies nuevas acreditadas y publicadas (33), y nada menos que otras cinco ya aprobadas por la CNMNC-IMA al inicio de este año: demicheleita, hephaestosita, knasibfita, montetrisaita y thermessaita (2008). Mi sincero reconocimiento desea llegar también a los apoyos puntuales y oportunos de Robert F. Martin, editor de The Canadian Mineralogist, Montreal; Aldo A. Bonalumi, profesor titular de la Cátedra de Petrología, Universidad Nacional de

Córdoba; Carl A. Francis, conservador del Harvard Mineralogical Museum, Cambridge; Jorge Patricio Jones, gerente general de Desarrollos de Prospectos Mineros S.A., Buenos Aires; Marie E. Huizing, managing editor de Rocks & Minerals, Washington; Hugo Corbella, jefe de Geología, Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires; Raúl de Barrio, profesor titular de Mineralogía de la Universidad Nacional de La Plata; Graciela R. Más, profesora titular de Mineralogía de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca; Guillermo Chong Díaz, profesor de Geología en la Universidad Católica del Norte, Antofagasta; Emil Makovicky, profesor de Mineralogía, Geologisk Institut, University of Copenhagen, quienes contribuyeron con fotografías, sugerencias y/o información muy concreta de los colegas difuntos. A las eficientes colaboradoras de la Cátedra de Mineralogía, FCN, UNSa, las colegas Teresita V. Ruiz, Alba Ramírez, Celia Barrientos y Alicia G. Quiroga su ayuda multifuncional, pero fue esencial e invaluable la tarea de edición electrónica de mis hijos José Antonio y Ana Laura. A las autoridades del INSUGEO, en la Universidad Nacional de Tucumán, la invitación y el soporte adecuado para la realización de este libro. Finalmente al CONICET, a la SECYT y a la UNSa los apoyos institucionales y crematísticos necesarios para materializarlo.

Bibliografía:

- Abeledo, M.E.J. de, Angelelli, V., Benyacar, M.A.R. de, and C.E. Gordillo. 1968. Sanjuanite, a new hydrated basic sulfate-phosphate of aluminum. *The American Mineralogist*, Vol. 53, (1-2):1-8.
- Accademia Nazionale del Lincei, 1932. Commemorazione del Socio Ferruccio Zambonini. *Rendiconti della Regia Accademia Nazionale del Lincei*, Vol. XV, 1° sem. Roma.
- Adam, J. N. 1869. Tableau minéralogique (scacchite), *Hattier Poche*, 70 pag. Paris.
- Ahlfeld, F. 1930. Ramdohrit, ein neues Mineral aus Bolivien. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie, und Paläontologie*, Abteilung A:365-367.
- Alberti, A., 1975. Sodium-rich dachiardite from Alpe di Siusi, Italy. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, Vol. 49 (1):63-66.
- Alberti, A. and G. Vezzalini. 1979. The crystal structure of amicitte, a zeolite. *Acta Crystallographica*, B35: 2866-2869.
- Alberti, A., G. Hentschel and G. Vezzalini. 1979. Amicitte, a new natural zeolite. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 481-488.
- Amorós, J.L., 1964. Notas sobre la historia de la cristalografía y mineralogía. La mineralogía española en 1800: La Orictognosis de Andrés del Río. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, Vol 62:1-199. Madrid.
- Amorós, J.L., 1973. Memorial of Francisco Pardillo May 19, 1884 – July 19, 1955. *The American Mineralogist*, Vol. 58, (3-4):383-384.
- Angel, F., 1930. Cornelius Doelter. *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark*, 67, 84-85.
- Artini, E. 1909. Brugnatellite; nuova specie minerale trovata in Val Malenco. *Rendiconti della Regia Accademia Nazionale dei Lincei*, Serie V, (18):3-6. Roma.
- Bannister, F. A. and M. H. Hey. 1932. Determination of minerals in platinum concentrates from the Transvaal by X-ray methods. *Mineralogical Magazine*, Vol. (23):188-208. London.
- Bargalló, M., 1964. Andrés Manuel del Río y Fernández, descubridor del vanadio (critronio). *Acta Politécnica Mexicana*, Vol 33:233-237. México.
- Bailes, K. E. 1990. Science and Russian Culture in an Age of Revolutions. V, I, Vernadsky and his scientific School, 1863-1945. *Indiana University Press*. Bloomington.
- Basso, R. and L. Zefiro. 1994. Mineral nomenclature: Status of calciovoborthite and tangeite. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*. 2, 205-208.
- Baumhauer, H. 1896. Über den Rathit, ein neues Mineral aus dem Binnenthaler Dolomit. *Zeitschrift der Kristallographie und Mineralogie*, Vol. (26):593-602.
- Belluomini, G., Fornasieri, M., and Nicoletti, M. 1968. Onoratoite, a new antimony oxichloride from Cetine di Cotorniano, Rosia, (Siena). *Mineralogical Magazine*: 36: 1037-1044.
- Berdesinski, W. 1985. Victor Goldschmidt 1853 - 1933. In: *Semper Apertus (Festschrift 600 Jahre Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg)*, Bd. (II):506 – 515. Heidelberg.
- Berthelot, M. 1905. Notice historique sur la vie et les travaux de M. Daubrée, membre de l'Académie par M. Berthelot, secrétaire perpétuel de l'Académie. *Revue Scientifique*, Sér.5, (3):33-38; et (57):65-71. Paris.
- Bertrand, E. 1876. La friedelite, nouvelle espèce minérale de Adervielle, Louron. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances, de l'Académie des Sciences*, (82):1167. Paris.
- Bertrand, E. 1877. De la mesure des angles dièdres des cristaux microscopiques. *Comptes rendus Hebdomadaires des Seances de l'Académie des Sciences*, (85):1175-1178. Paris.
- Berzelius, J. J. 1814. An Attempt to Establish a Pure Scientific System of Mineralogy by application of the Electro-Chemical Theory and the Chemical Proportions. *Robert Baldwin & William Blackwood Eds*. Edinburgh.
- Beudant, F.S., 1832. Traité élémentaire de Minéralogie (berzelianita, proustita). *Villiers Ed. 2nd Edition*. Paris.

- Betekhtin, A. G. 1940. South-Urals manganese deposits as a raw material base for the Magnitogorsk metallurgic plant. *Trudi Inst. Geol. Sci. Acad. Sci. USSR, Ore Deposit Seriya*. Moscow.
- Bindi, L. and C. Cipriani. 2004. Mazzettiite, $\text{Ag}_3\text{HgPbSbTe}_5$, a new mineral species from Findley Gulch, Saguache County, Colorado, USA. *The Canadian Mineralogist*, Vol. (42):1739-1743.
- Birch, W. D., Pring, A., Reller, A. and H. W. Schmalte. 1992). Bernalite: a new ferric hydroxide with perovskite structure. *Naturwissenschaften*, Vol. (79):509-511.
- Birch, W. D., Pring, A., Reller, A. and H. W. Schmalte. 1992. Bernalite, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, a new mineral from Broken Hill, New South Wales: Description and structure. *The American Mineralogist*, Vol. 78, (7-8):827-834.
- Biot, J. B. 1803. Relation d'un voyage fait dans le département de l'Orne, pour constater la réalité d'un météore observé à l'Aigle, le 6 floréal an XI. *Memoires de la classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut National de France*, (7):224-265. Paris.
- Bladh, K.W. 1994. Memorial of John Williams Anthony 1920-1992. *The American Mineralogist*, Vol. 79, 782-784.
- Boeke, H.E. 1909. Rinneit, ein neugefundenes eisenchlorürhaltiges Salzmineral. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, 72-75.
- Bohnstedt-Kupletskaya, E. M. and T. A. Burova. 1946. Fersmite, a new calcium niobate from the pegmatites of the Vishnevye Mts., the Central Urals. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, (52):69-71.
- Bonaccorsi E. and P. Orlandi. 2003. Marinellite, a new feldspathoid of the cancrinite-sodalite group. *European Journal of Mineralogy*, 15, 1019-1027.
- Bonatti, S., 1953. La scuola mineralogica pisana Antonio e Giovanni D'Achiardi, *Rendiconti della Società mineralogica italiana*, XXI:10-19. Pisa.
- Bonatti, S. e G. Gottardi. 1950. Perrierite, nuovo minerale ritrovato nella sabbia di Nettuno (Roma). *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*, Serie VIII, (9):361-368.
- Boss, K. J. 1968. Biography and the conchological papers of Arcangelo Scacchi. *The Nautilus*, Vol 82 (1): 35-36.
- Bracegirdle, B. 1987. A History of Microtechnique. *Science Heritage Ltd.*, 393 pages. Lincolnwood, Illinois.
- Bradbury, S. and Turner, G. (eds). 1967. Historical Aspects of Microscopy. *W. Heffer and Sons Ltd.*, 227 pages. Cambridge.
- Brewster, D. 1825. Farther Observations on Levyne, a New Mineral Species. *The Edinburgh Journal of Science*, (2):332-333. Edinburgh.
- Brewster, D. 1856. The Stereoscope, its history, theory and construction: John Murray. *Morgan & Morgan*. London.
- Brigatti, M. F. and Poppi, L. 1984. Crystal chemistry of corrensite: A review. *Clays & Clay Minerals*, (32):391-399.
- Britannica-Salvat Group, 2007. Karl Heinrich Ferdinand Rosenbusch (1836-1914). *The New Encyclopaedia Britannica, micropaedia*, Vol. (10):185.
- Brögger, W. C. 1887. Foreløbig meddelelse om mineralerne på de sydnorske augit- og nefelinsyeniters grovkornige gange (zur Rosenbuschit). *Geologiska Föreningens i Stockholm, Förhandlingar*, (109):247-274.
- Brooke, H. J. 1822. On the comptonite of Vesuvius, the brewsterite of Scotland, the stilbite and the heulandite. *Edinburgh Philosophical Journal*, (6):112-115.
- Brooke, H. J. 1831. Sur la monticellite, nouvelle espèce minérale; sur les caractères du zoisite, et sur le sulfate de plomb cuprifère. *Philosophical Magazine N. S.*, (10):292-293.
- Brown, A. 2005. J. D. Bernal: The Sage of Science. *Oxford University Press*. Oxford.
- Brunatelli L. 1902. Sopra un nuovo minerale dei giacimenti di amianto di Val Lanterna. *Rendiconti del Reale Istituto Lombardo, Accademia di Scienze e Lettere*, s. 2°, Vol. XXXV, p. 879.
- Brunn-Neergard, T. C. 1807. Sur le nouvel mineral Häüyne de Vesuvius, Itale. *Journal des Mines*, Vol. (21):365. Paris.
- Buddington, A.F. 1937. Memorial of Alexander Hamilton Phillips. *The American Mineralogist*, Vol. 22, (11):1094-1098.
- Buerger, M. J. 1936. The law of complication. *The American Mineralogist*, Vol. 21, (11):702 - 714.
- Buerger, M. J. 1940. Memorial of Waldemar Lindgren. *The American Mineralogist*, Vol. 25, (3):184-188.
- Buerger, M. J. 1969. Presentation of the Roebling Medal of the Mineralogical Society of America for 1968 to Tei-Ichi Ito. *The American Mineralogist*, Vol. 54, (3-4):586-591.
- Burrigato, F., G.C. Parodi and P.F. Zanazzi. 1980. Sacrofanite - A new mineral of the cancrinite group. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, (140):102-110.
- Caglioti, V. 1927. Ricerche su alcune zeoliti delle leucititi dei dintorni di Roma: la gismondite di Capo di Bove e la pseudophillipsite di Acquacetosa. *Rendiconti dell'Accademia delle Scienze Físiche e Matematiche*, (33):453-458.
- Caillère, S., Avias, J. et J. Falgtjeirettes. 1959. Découverte en Nouvelle-Calédonie d'une minéralisation arsenicale sous forme d'un nouvel arsénure de nickel Ni_2As (orcelite). *Comptes Rendus Académie de Sciences*, 249, 1771-1773. Paris.
- Caillère, S. 1979. Jean Orcel (1896-1978). *Bulletin Mineralogique*, (102):303-303.
- Camino, R. 1985. Nota necrológica. Carlos E. Gordillo (1925-1984). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 40, (1-2):131-135. Buenos Aires.
- Campostrini, I., Gramaccioli, C. M. and F. Demartin. 1999. Orlandiite, $\text{Pb}_3\text{Cl}_4(\text{SeO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, a new mineral species, and an associated lead-copper selenite chloride from the Baccu Locci Mine, Sardinia, Italy. *The Canadian Mineralogist*, Vol. 37, (6):1493-1498.
- Canavari, M. 1903. Alla memoria del professore Antonio D'Achiardi. *Società Toscana di Scienze Naturali*. Pisa.
- Cappeller, M. A. 1723. Prodomus Crystallographiae. *Lucernae*.
- Carangeot, A. 1783. Goniometre ou mesure angle. *Observations sur la Physique*, (22):193-196.

- Carnot, A. 1879. Sur la Mallardite un nouveau mineral. *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, (2):117. Paris.
- Carobbi G. 1933. Sulla presenza di un nuovo minerale fra i prodotti dell'attività fumarolica del Vesuvio. *Periodico di Mineralogia*, Vol. 4, 410-422. Roma.
- Carobbi, F. R. 1976. I Minerali della Toscana. *Olschki Editore*. Fiorentina.
- Cavaretta, G., A. Mottana and F. Tecce. 1981. Cesanite, $\text{Ca}_2\text{Na}_3[(\text{OH})(\text{SO}_4)_3]$, a sulphate isotypic to apatite, from the Cesano geothermal field (Latium, Italy). *Mineralogical Magazine*, 44, 269-273.
- Cesbron, F. et Ginderow, D. 1985. La sidwillite, $\text{MoO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, une nouvelle espèce minerale de Lake Como, Colorado, USA. *Bulletin de Mineralogie* 108:813-23.
- Chao, G.Y. and H.D. Watkinson. 1974. Gaidonnayite, $\text{Na}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Mont Saint Hilaire, Quebec. *The Canadian Mineralogist*, Vol. 12, (5): 316-319.
- Chao, G.Y., P. R. Mainwaring, and J. Baker. 1978. Donnayite, $\text{NaCaSr}_3\text{Y}(\text{CO}_3)_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Mont St-Hilaire, Quebec. *The Canadian Mineralogist*, Vol. 16, (3): 335-340.
- Chen, T.T., Kirchner, E. and W.H. Paar. 1978. Friedrichite, $\text{Cu}_5\text{Pb}_5\text{Bi}_7\text{S}_{18}$, a new member of the aikinite-bismuthinite series. *The Canadian Mineralogist*, Vol. 16, (2): 127-130.
- Chohadzhiev S., and A. Chohadzhiev. 2005 Some Results of the Investigations of Hotnitsa Tell in 2001. in: *Nikolova et al. (ed.), Prehistoric Archaeology*, 9-12.
- Chukhrov, F. V., Gorshkov, A. I., Rudnitskaya, E. S., Berezovskaya, V. V. and A. V. Sivtsov. 1978. On vernadite. *Izvestia Akademii Nauk SSSR, Ser. geol.*, n° (6):5-19. Moscow.
- Cipriani, C. 1957. Un nuovo minerale fra i prodotti boriferi di Lardarello. *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, (22):519-525. Roma.
- Cipriani, C. 1961. A proposito del nome del borato naturale $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ di Lardarello. *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, (31):141-142. Roma.
- Cipriani, C. 1984. Guido Carobbi (1900-1983). *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, Vol. 39 (1):17-20. Milano.
- Cipriani, C., P. Vannuccini. 1961. Hoefelite e Nasinite: due nuovi borati fra i prodotti di Lardarello. *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, (30):74-83. Roma.
- Cipriani, C. 1994. Musei di Mineralogia: passato, presente e futuro. *Plinius E. J. M., Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*. Vol. 49 (11):242-250.
- Cipriani, C., M. Mellini, G. Pratesi and C. Viti. 1997. Rodolicoite and grattarolaite, two new phosphate minerals from Santa Barbara Mine, Italy. *European Journal of Mineralogy*, (9): 1101-1106.
- Cipriani, C., L. Bindi. 2004. Museumite, $\text{Pb}_5\text{AuSbTe}_2\text{S}_{12}$, a new mineral from the gold-telluride deposit of Sacarimb, Metaliferi Mountains, western Romania. *European Journal of Mineralogy*, Vol. 16, 835-838.
- Clarke, F. W. 1892. The relative abundance of the chemical elements. *Bulletin of the Philosophical Society of Washington*, (11):131-142. Washington.
- Clay, R.S. and Court, T.H. 1932. The History of the Microscope: Compiled From Original Instruments and Documents, Up to the Introduction of the Achromatic Microscope. *Charles Griffin and Company Ltd.*, 266 pages. London.
- Coe, B. 1978. Cameras: From Daguerreotypes to Instant Pictures. *Crown Publishers*. New York.
- Compagnoni, R., G. Ferraris and M. Mellini. 1985. Carlosturanite, a new asbestiform rock-forming silicate from Val Varaita, Italy. *The American Mineralogist*, Vol. 70, (7-8):767-772.
- Cooke, J. P. 1866. On Danalite, a New Mineral Species from the Granite of Rockport, Massachusetts. *American Journal of Science*, Vol 42 (2):73-79. New Haven.
- Coombs, D.S., Alberti, A., Armbruster, T., Artioli, G., Colella, C., Galli, E., Grice, J.D., Liebau, F., Mandarino, J.A., Minato, H., Nickel, E.H., Passaglia, E., Peacor, D.R., Quartieri, S., Rinaldi, R., Ross, M., Sheppard, R.A., Tillmanns, E. and Vezzalini, G. 1998. Recommended nomenclature for zeolite minerals: report of the sub-committee on zeolites of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. *Mineralogical Magazine*, (62):533-571.
- Courrier, R. 1948. Notice historique sur Alfred Lacroix, membre de la section de minéralogie, secrétaire perpétuel pour les sciences physiques, par R. Courrier, secrétaire perpétuel de l'Académie. *Mémoires de l'Académie des Sciences, Sér. 67*:127-132. Paris.
- Covelli, N. 1827. Über das gegenwärtig am Vesuv sich bildende Doppelt-Schwefelkupfer. *Annalen der Physik und Chemie*, (Vol. 86):494-498.
- Cuvier, G. 1823. Eloge historique de M. Haüy. *Mémoires de Muséum National d'Histoire Naturelle*, (10):1-34. Paris.
- D'Achiardi, G. 1934. Ginorite, nuovo borato di calcio di Sasso Pisano. *Periodico di Mineralogia*, Vol. 5, pp. 22-32. Roma.
- Damour, A. A. 1841. Mémoire sur la Roméine. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, (13): 476; et *Annales des mines*, 3rd ser., (20):247. Paris.
- Damour, A. A. 1854. Notice sur la Descloizite, nouvelle espèce minérale. *Annales de chimie et de physique*, 2nd ser., Vol. (41):72-78. Paris.
- Damour, A. A. 1883. La Bertrandite un nouveau mineral des petit-port et Barbin, Nantes, Loire-Atlantique, France. *Bulletin de la Société française de Minéralogie et de Cristallographie*, (6):248-254. Paris.
- Dana, J.D. 1837-1892; 1944-1962. Dana's System of Mineralogy. *John Wiley & Sons*. New York.
- Danieli, C. 1986. Dr. Federico Ahlfeld 1892-1982. *Revista del Instituto de Geologia y Minería*, N° 6:261-264. S. S. de Jujuy.
- De Launay, L. 1914. Biographie de Auguste Michel-Lévy (1844-1911). *Annales des Mines*, mars 1914. Paris.

- Delius, Ch., Gatzemeier M., D. Sertcan und K. Wünschler. 2005. Geschichte der Philosophie, von der Antike bis Heute. *Könemann – Tandem Verlag*, 120 Seiten. Berlin.
- Della Fratta et Montalbano, M.A. 1676. *Catacopia minerali, ovvero esplanazione e modo di far saggio d'ogni miniera metallica*. Trattato 1:1-39. Bologna.
- Della Ventura, G., Parodi G.C., A. Mottana and M. Chausson. 1993. Pepsosite-(Ce), a new mineral from Campagnano (Italy); the first anhydrous rare-earth-element borate. *European Journal of Mineralogy*, 5, 53-58.
- Della Ventura, G., Rossi P., Parodi G.C., Mottana A., Raudsepp M., and M. Prencipe. 2000. Stoppaniite, $(\text{Fe,Al,Mg})_4(\text{Be}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{36}) \cdot (\text{H}_2\text{O})(\text{Na}, \square)$ a new mineral of the beryl group from Latium (Italy). *European Journal of Mineralogy*, 12, 121-127.
- Della Ventura, G., Bonazzi, P., Oberti, R. and L. Ottolini. 2002. Ciprianiite and mottanaite-(Ce), two new minerals of the hellandite group from Latium (Italy). *The American Mineralogist*, Vol. 87, (5-6):739-744.
- Denny, A., 1929. Abstracts of the biological works of Dr. H. C. Sorby, F.R.S. *Proceedings of the Sorby Scientific Society*, Vol. 1, p.1-4. Sheffield.
- Dinterer, F. und F. Pertlik. 1999. Cornelius A. S. Doelter: Ein Wegbereiter für die "Physikalische Chemie" in der modernen Mineralogie. *Beihfte zum European Journal of Mineralogy*, 11/1, 59.
- Dobbs, B. J. T. 1992. The Janus Faces of Genius: The Role of Alchemy in Newton's Thought. *Cambridge University Press*. Cambridge.
- Domeyko, I. 1876. Daubrécite une nouvelle espèce minérale de la mine Tasna, Bolivie. *Comptes Rendus Académie de Sciences*, (82):922-927. Paris.
- Donnay, G. 1953. Roentgenite, $3\text{CeFeCO}_3 \cdot 2\text{CaCO}_3$, a new mineral from Greenland. *The American Mineralogist*, Vol. 38, (9-10):868-871.
- Donnay, G., Ingamells, C. O. and B. Mason. 1966. Buergerite, a new species of tourmaline. *The American Mineralogist*, Vol. 58, (1-2):198-199.
- Drenth, J. and A. Looyenga-Vos. 1995. Ralph W. G. Wyckoff (1897-1994) – Obituary. *Acta Crystallographica*, A51, 649-650.
- Duffy, T.S., 2008. Mineralogy at the extremes. *Nature*, (451):269-270.
- Dunn, P.J., D. R. Peacor and B. D. Sturman. 1979. Carlhintzeite, a new calcium aluminum fluoride hydrate from the Hagendorf pegmatites, Bavaria, Germany. *The Canadian Mineralogist*, Vol. 17, 103-105.
- Dunn, P.J., Peacor, D.R., Leavens P.B. and J.L. Baum. 1983. Charlesite, a new mineral of the ettringite group, from Franklin, New Jersey. *The American Mineralogist*, Vol. 68, (9-10):1033-1037.
- École Polytechnique, 1897. Biographie de Gabriel Auguste Daubrée (1814-1896) Ancien élève de l'École polytechnique promotion 1832. *Livre du Centenaire, École Polytechnique, 1897, Gauthier-Villars et fils*, T. (I):444-447. Paris.
- Ehrmann, M. L. 1950. Bombarde diamonds. *Gems and Gemology*, 6, 295-297, 318. Carlsbad.
- ETH Bibliothek. 2007. Zum 50. Todestag von Paul Niggli (26.06.1888 - 13.01.1953). Erdwissenschaftler. *Eidgenössische Technische Hochschule Bibliothek Archiv*. Zürich.
- Evans, H.T. 1997. Memorial of George E. Erickson 1920-1996. *The American Mineralogist*, Vol 82, (9-10):1046-1048.
- Fahey, J. J. 1955. Murdochite, a new copper lead oxide mineral. *The American Mineralogist*, Vol 40, (9-10):905-916.
- Faust, G. T. and W. T. Schaller. 1971. Schoenfliesite, $\text{MgSn}(\text{OH})_6$. *Zeitschrift für Kristallographie*, (134):116-141.
- Ferraris, G., Orlandi P., and M. Franchini-Angela. 1978. Canavesite, a new carborate mineral from Brosso, Italy. *The Canadian Mineralogist*; Vol. 16: 69-73.
- Fersman, A. E. 1959. Victor Goldschmidt. *Fortschrift für Mineralogie*, (37):207-212.
- Fisher, D. J. 1963. The Seventy Years of the Department of Geology, University of Chicago, 1892-1961. *University of Chicago Press*. Chicago.
- Fleischer, M. 1970. Procedure of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names. *The American Mineralogist*, Vol. 55, 1016-1017.
- Flink, G. 1925. Quenselite, ein neues Mineral von Långban. *Geologiska Föreningens i Stockholm*, 47, 377-384.
- Foshag, W.F. 1931. Schairerite, a new mineral from Searles Lake, California. *The American Mineralogist*, Vol. 16, (4):133-139.
- Ford, W. F. 1936. Memorial of Edward Salisbury Dana. *The American Mineralogist*, Vol. 21, (3):173-177.
- Francis, C.A. 2006. In Memoriam: Cornelius Searle Hurlbut, Jr. (1906 – 2005). *Rocks & Minerals*, Vol. 81 (4):312-314.
- Frankenheim, M. L. 1836. Chemische und krystallographische Beobachtungen: 1. Eine Vorrichtung um unter dem Mikroskope Winkel zu messen. *Annalen der Physik und Chemie*, (37):637-643.
- Fraunhofer, J. 1815. Bestimmung des Brechungs- und Farberstreuungs- Vermögens verschiedener Glassorten. *Denkschrift Akademie der Wissenschaften*, (31):193-226. München.
- Frondel, C. 1956. Memorial of Charles Palache. *The American Mineralogist*, Vol. 41, (3-4):306-314.
- Frondel, C. 1958. Strunzite, a new mineral. *Die Naturwissenschaften* 45, 37-38.
- Frondel, C. 1988. Memorial of Martin Julian Buerger (April 8, 1903- February 26, 1986). *The American Mineralogist*, Vol. 73, (11-12):1483-1485.
- Frondel, C. und H. Strunz. 1960. Fleischerit und Itoit, zwei neue Germanium-Mineralien von Tsumeb. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*. 2, 132-142.
- Gaines, R.V. 1969. Cliffordite-a new tellurite mineral from Moctezuma, Sonora, Mexico. *The American Mineralogist*, Vol 54, (5-6):697-701.
- Gait, R. I. and M. E. Back. 2007. In Memoriam. Joseph Anthony Mandarino (1929-2007). *Elements*, Vol. 3, (6):378.

- Gait, R. I. and M. E. Back. 2007. Joseph Anthony Mandarino (1929-2007). *The Canadian Mineralogist*, Vol. (45):1543-1544.
- Galliski, M.A., Cooper, M.A., Hawthorne, F. C. and P. Cerny. 1999. Bederite, a new pegmatite phosphate mineral from Nevados de Palermo, Argentina: Description and crystal structure. *The American Mineralogist*, Vol. 84, (10):1674-1679.
- Garavelli, A., Mozgova, N.N., Orlandi, P., Bonaccorsi, E., Pinto, D., Moëlo, Y. and Yu.S. Borodaev. 2005. Rare sulfosalts from Volcano, Aeolian Islands, Italy. VI. Vurroite, $Pb_{20}Sn_2(Bi,As)_{22}S_{54}Cl_6$, a new mineral species. *The Canadian Mineralogist*, Vol. (42):703-711.
- García Castellanos, T. 1973. Alfredo Guillermo Stelzner, 1840-1895. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias. Córdoba*, Tomo 50 (1-4):5-25. Córdoba
- Gattow, G. and O. J. Lieder. 1963. Über Ahlfeldit and Cobaltomenit. *Naturwissenschaften*, 50, 333-334. Berlin.
- Gay, H.D. 1996. Museo de Mineralogía y Geología "Dr. Alfredo Stelzner". Datos Históricos. Homenaje al 125 aniversario de su fundación. *Universidad Nacional de Córdoba, Museo de Mineralogía y Geología "Dr. Alfredo Stelzner"*, 76 páginas. Córdoba.
- Gay, P. and R. W. LeMaitre. 1961. Some observations on iddingsite. *The American Mineralogist*, Vol. 46, (1-2):92-111.
- Genth, F. A. 1892. On penfieldite, a new species. *American Journal of Science*, Vol. (44):260-261. New Haven.
- Gensheim, H. 1886. The Concise History of Photography. *Thames & Hudson*. London
- Goldschmidt, V. M. 1929. Crystal structure and chemical constitution. A Lecture delivered before the Faraday Society on Thursday, 14th March, 1929. *Transactions of the Faraday Society*, (25):253-283. London.
- Goldschmidt, V. M. 1937. The Principles of Distribution of Chemical Elements in Minerals and Rocks. The Seventh Hugo Müller Lecture delivered before the Chemical Society on March 17th, 1937. *Journal of the Chemical Society*, (2): 655-673.
- Goldsmith, J.R. 1970. Presentation of the Roebling Medal of the Mineralogical Society of America for 1969 to Fritz Laves. *The American Mineralogist*, Vol. 55, (3-4): 541-544.
- Goldsmith, M. 1980. Sage: A Life of John D. Bernal. *Hutchinson & Co*. London.
- Gordillo, C.E., Linares, E., Toubes, R.O. and H. Winchell. 1966. Huemulite, $Na_4MgV_{10}O_{28} \cdot 24H_2O$, a new hydrous sodium and magnesium vanadate from Huemul Mine, Mendoza Province, Argentina. *The American Mineralogist*, Vol. 51, (1-2): 1-13.
- Gordon, S. G. 1941. Penfieldite from Sierra Gorda, Chile. *Notulae Naturae. Academy National of Sciences, Philadelphia*, no. (69):1-8.
- Gottardi, G. 1960. Sul dimorfismo mordenite-dachiardite. *Periodico di Mineralogia*, 183-191. Roma.
- Grant, K. 1952. The Life and Work of Sir William Bragg. *Brisb Editions*. London.
- Graziani, G. 1996. The Dactylotheta of Pope Leo XII. *Periodico di Mineralogia*, 65, 79-204. Roma.
- Gregorio, F., P. Lattanzi, G. Tanelli, and F. Vurro. 1979. Garavellite, $FeSbBiS_4$, a new mineral from the Cu-Fe deposit of Valle del Frigido in the Apuane Alps, northern Tuscany, Italy. *Mineralogical Magazine*, (43):99-102.
- Groth, P. 1871. Über Apparate und Beobachtungsmethoden für kristallographisch optische Untersuchungen. *Annalen der Physik und Chemie*, (144):34-55.
- Guglielmini, D. 1688. Riflessioni filosofiche dedotte dalla Figuri de Sali. *Eredi d'Antonio Pisarri*, 38 p. Bologna.
- Haapala, I. 1985. Memorial of Thure Georg Sahama October 14, 1910-March 8, 1983. *The American Mineralogist*, Vol. 70, (3-4): 433-435.
- Haditsch, J.G. 1993. Otmar Michael Friedrich, 18. Dezember 1902 - 12. Mai 1991. *Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt*, Band 14, Seiten 7-11. Wien.
- Haidinger, W. 1828. Mineralogische Beschreibung der Manganerze. I. Prismatöisches Manganerz, Manganit. II. Pyramidales Manganerz, Hausmannit. III. Untheilbares Manganerz, Psilomelan. IV. Brachytypes Manganerz, Braunit. V. Prismatisches Manganerz, Pyrolusit. *Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie*, (14):197-211.
- Haidinger, W. 1845. Handbuch der bestimmenden Mineralogie, enthaltend die Terminologie, Systematik, Nomenklatur und Charakteristik der Naturgeschichte des Mineralreiches. (domeykita, freieslebenita, millerita, valentinita). *Braunmüller & Seidel Verlag*, Seiten 569. Wien.
- Hamm, H. M. and G. Hentchel. 1983. Reinhardbraunsite, $Ca_5(SiO_4)_2(OH,F)_2$, a new mineral—the natural equivalent of "calcio-chondrodite". *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, No. 3, 119-129.
- Hammer, W. 1930. Todesanzeige Cornelius Dölter †. *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 10, 15-16.
- Hamilton, J. G., Putnam, T. M., and M. L. Ehrmann. 1952. Effect of heavy charged particle and fast neutron irradiation on diamonds. *The American Mineralogist*, Vol. 37, (11-12): 941-949.
- Harrington, B. J. 1874. Notes on dawsonite, a new carbonate. *Canadian Naturalist*, Vol. (7):305-309.
- Harris, D. C. Roberts, A. C. Laflamme, J. H. G. and C. J. Stanley. 1988. Criddleite, $TlAg_2Au_3Sb_{10}S_{10}$, a new gold-bearing mineral from Hemlo, Ontario, Canada. *Mineralogical Magazine*, 52, 691-697.
- Hausmann, J. F. L. 1847. Handbuch der Mineralorte (biotita). *G.T. Fischer Verlag*. Göttingen.
- Hausmann, J. F. L. und F. Stromeyer. 1816. Über Silberkupferglanz und Allophan. *Göttingische Gelehrte Anzeigen*, (2):1251-1253
- Haüy, R.J. 1818. Observations sur la mesure des angles des cristaux. *Annales des Mines*, 3:411-442. Paris.
- Hayase, K., Dristas, J.A., Tsutsumi, S., Olsuka, R., Tanabe, S., Sudo, T. and T. Nishiyama. 1978. Surite, a new Pb-rich layer silicate mineral. *The American Mineralogist*, Vol. 63, (11-12): 1175-1181.

- Hellner, E. 1980. Die Todesanzeige für Univ. Prof. Dr. Fritz Leaves *Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie*, Volume: 151, 1-20.
- Hemley, R. J. and H. K. Mao. 2002. New windows on earth and planetary interiors. *Mineralogical Magazine*, 66, (5):791-811. London.
- Herneck, F. 1979. Max von Laue. *B.G. Teubner Verlag*, Leipzig.
- Herting-Agthe, S.F. 2006. In Memoriam: Hugo Strunz (1910-2006). *Elements*, Vol. 3, p. 55.
- Hilbert, D. 1899. Grundlagen der Geometrie. *B. G. Teubner Verlag*, Leipzig.
- Hoefs, J. 1982. Memorial of Carl Wilhelm Correns May 19, 1893-August 29, 1980. *The American Mineralogist*, Vol. 67, (3-4):399-400.
- Hunter, G. 2004. Light is a Messenger, the life and science of William Lawrence Bragg. *Oxford University Press*. London.
- Hurlbut, C.S. 1936. A new phosphate, bermanite, occurring with triplite in Arizona. *The American Mineralogist*, Vol. 21, (10):656-661.
- Hurlbut, C.S. 1962. Memorial of Hugh Exton McKinstry. *The American Mineralogist*, Vol. 47, (3-4):464-469.
- Hurlbut, C.S. 1972. Memorial of Louis Caryl Graton. *The American Mineralogist*, Vol. 57, (3-4):638-643.
- Hurlbut, C.S. Jr. and L. F. Aristarain. 1967. Ezcurrite, $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: A restudy. *The American Mineralogist*, Vol. 52, (7-8):1048-1059.
- Hurlbut, C.S. Jr. and L. F. Aristarain. 1969. Olsacherite, $\text{Pb}_2(\text{SO}_4)(\text{SeO}_4)$, a new mineral from Bolivia. *The American Mineralogist*, Vol. 54, (11-12):1519-1527.
- Hussak, E. 1894. Zirkelit, ein neues Mineralspecies. *Tschermaks Mineralogisch-Petrographische Mitteilungen*, ser. 3, (14): 408.
- Hussak, E. and G. T. Prior. 1895. Zirkelite, Two New Brazilian Minerals. *Mineralogical Magazine*, (11):80-88.
- Irifune, T. 2002. Application of synchrotron radiation and Kawai-type apparatus to various studies in high-pressure mineral physics. *Mineralogical Magazine*, 66, (5):769-790. London.
- Jacker, C. 1966. Window On the Unknown: A History of the Microscope. *Charles Scribner's Sons*, 188 pages. New York.
- Jaffe, H. W., Meyrowitz R. and T. E. Howard. Sahamalite, a new rare earth carbonate mineral. *The American Mineralogist*, Vol. 38, (9-10):741-754.
- Jones, M. P. 1997. Methoden der Mineralogie. *Ferdinand Enke Verlag*, Stuttgart.
- Kamb, W. B. and W. C. Oke. 1960. Paulingite, a new zeolite in association with erionite and filiform pyrite. *The American Mineralogist*, Vol. 45, (1-2):79-91.
- Karpova, K. N., E. A. Konkova, E. D. Larkin and V. F. Savelev. 1958. Avicennite, a new mineral. *Doklady Akademii Nauk Uz'bekistan U.S.S.R.*, Vol. 2, 23-26.
- Kato, A. 1965. Sakuraiite, a new mineral. Chigaku Kenkyu Sakurai 1-5. (In: Fleischer M. 1968. *New Mineral Names. The American Mineralogist*, Vol. 53, (7-8):1421-1428.
- Kato, A., Kin Ichi Sakurai, and K. Ohsumi. 1970. Minerals. Geological Survey of Japan, VII, 92-93. (In: Fleischer, M. 1972. *New Mineral Names. The American Mineralogist*, Vol. 57, (5-6): Wakabayashilite: 1311-1312.)
- Kauffman, G. B. 1997. Victor Moritz Goldschmidt (1888–1947) A Tribute to the Founder of modern Geochemistry on the Fiftieth Anniversary of his Death. *The Chemical Educator*, Vol. 2, n° (1)-7. Amsterdam.
- Kerr, P. F. 1958. Memorial of Austin Flint Rogers. *The American Mineralogist*, Vol. 43 (3-4):310-316.
- Klaproth, M. H. 1801. Einige Bemerkungen über den Gadolinit, den Chryolith und die Honigsäure. *Chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre, Arzneylehrarbeit, Haushaltungskunst und Manufacturen*, (1):307-308. Helmstädt.
- Knopf, A. 1960. Louis Valentine Pirsson 1860—1919. *A Biographical Memoir. National Academy of Sciences*, (41):235–249
- Kopp, O.C. 1984. Memorial of Paul Francis Kerr January 12, 1897-February 27, 1981. *The American Mineralogist*, Vol. 69, (5-6): 586-587.
- Koritnig, S. 1982. Heinz Meixner, Dr. phil., em. Univ. Professor – 4. November 1908 – 19. Dezember 1981. *Der Anschluss*, (33):54.
- Koritnig, S. und P. Süssé. 1975. Meixnerit, $\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{O}_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, ein neues Magnesium-Aluminium-Hydroxid-Mineral. *Tschermaks Mineralogisch-Petrographische Mitteilungen*, Ser. 2, (22):79-87.
- Krantz, A. 1862. Catalog einer Sammlung von 675 Modellen. *Reinische Mineralien Comtors*, Seiten:1-50. Bonn.
- Krantz, R. 1983. 150 Jahre Firma Dr. Krantz. Die älteste deutsche Mineralien-Handlung. *Der Anschluss*, (34):479-484. Heidelberg.
- Kühn, O. B. 1840. Berzeliit, neues Mineral von Langbanshytta. *Annalen der Chemie und Pharmacie*, (34):211.
- Kukhareenko, A. A., M. P. Orlova, A. G. Bulakh, E. A. Bagdasarov, O. M. Rimskaya-Korzakova, E. I. Nefedov, G.A. Ilinskii, A. S. Sergeev and H. B. Abakymova. 1965. The Caledonian Ultrabasic Alkalic Rocks and Carbonatites of the Kola Peninsula and Northern Karelia (fedorita). *Izd. Nedra*, 479:489. Moscow.
- Küppers, H. 2001. Die Geschichte der Mineralogie in Kiel. Geokolloquium, *Institut für Geowissenschaften, Sommersemester 2001*. Universität Kiel.
- Küppers, H. 2004. Die Geschichte der Mineralogie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (1. Teil), *Mitteilungen Deutsche Gesellschaft für Kristallographie e.V.*, Heft 27: 5-13.
- La Blancherie, P. (ed.). 1782. Un goniometre ou mesure angle, par M. Carangeot. *Nouvelles de la Republique des Lettres et des Arts*, (14):111-114.
- Labuntsov, A.N. 1929. La fersmanite, un nouveau mineral des Monts Chibines [Khibiny massif]. *Doklady Akademii Nauk S.S.S.R.*, (12):297-301.
- Lacroix, A. 1915. La silice foudre considerée comme minéral. (Lechatelierite). *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, Vol. (38):182-186. Paris.

- Lacroix, A. 1944. La Célébration du deuxième centenaire de la naissance de l'Abbé Haüy. *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, Vol. (67):5-348. Paris.
- Leake, B.E., A.R. Woolley, C.E.S. Arps, W.D. Birch, M.C. Gilbert, J.D. Grice, F.C. Hawthorne, A.Kato, H.J. Kisch, V.G. Krivovichev, K. Linthout, J. Laird, J.A. Mandarino, W.V. Maresch, E.H. Nickel, N.M.S. Rock, J.C. Schumacher, D.C. Smith, N.C.N. Stephenson, L. Ungaretti, E.J.W. Whittaker, and G. Youzhi. 1997. Nomenclature of amphiboles; report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. *The Canadian Mineralogist*; Vol. 35; (1): 219-246.
- Leanza, A.F., 1964. Prof. Dr. Juan Augusto Olsacher - 1903-1964. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, T. XIX (4):195-200. Buenos Aires.
- Le Cléac'h, J. M. 1995. Biographie de Serve-Dieu Abailard (dit Armand) Lévy (1795-1841) par le Bicentenaire de la naissance de Armand Lévy. *ABC Mines*, (bull. n. 7, juin 1995). Paris
- Le Conte, J. 1896. Memoir of James Dwight Dana, 1813-1895. *Geological Society of America Bulletin*, Vol. (7): 461-479.
- Letté, M. 2004. Henry Le Chatelier (1850-1936) ou la science appliquée à l'industrie, *Presses universitaires de Rennes*, 259 p.
- Levit, G. S. 2001. Biogeochemistry-Biosphere-Noosphere. The Growth of the Theoretical System of Vladimir Ivanovitch Vernadsky. *VWB - Verlag für Wissenschaft und Bildung*, Berlin.
- Lévy, A. 1825. Descriptions of two new minerals. *Annals of Philosophy*, Vol 10, 361-363. London.
- Lévy, A. 1826. (beudantita). *Annals of Philosophy*, (11): 194. London. In: Lévy, A. 1838. Description d'une Collection de Minéraux, formée par M. Henri Heuland, et appartenant à M. Ch. Hampden Turner, de Rooksnest, dans le Comte de Surrey en Angleterre. (3 volumes y 1 atlas), *Richter and Haas*. London.
- Lieber, W. 2000. Hugo Strunz zum 90. Geburtstag am 24. Februar 2000. *Lapis* 25, Heft 2, S. 5-6.
- Lindberg, M.L. 1949. Frondelite and the frondelite-rockbridgeite series. *The American Mineralogist*, Vol 34, (7-8):541-549.
- Lippmann, F. 1954. Über einen Keuperton von Zaisersweiher bei Maulbronn. *Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrologie*, (4):130-134.
- Long, T. 2002. Clifford Frondel, mineralogist, examined first moon rocks, 95 (obituary). *The Boston Globe*. November 15:D12.
- Lovelock, J. E., and L. Margulis. 1974. Atmospheric homeostasis by and for the biophere: the Gaia hypothesis. *Tellus*, (26):1-10.
- Lucas, J. A. H. 1806. Tableau Methodique des Espèces Minérales. *Ed. Laplace*. Paris.
- Mackowsky, M.Th. 1977. Karl F. Chudoba, 1898—1976. *Fortschrift der Mineralogie*. Vol. 54, (2):1134—1140. Stuttgart.
- Mahanti, S. 1980. John Desmond Bernal, the Great Sage. *Vigyan Prasar Science*, Noida.
- Malus, E. L. 1810. Theorie de la double refraction de la lumiere dans les substances cristallisees. *Le Moniteur Universel*, (37):98-102. Paris.
- Mandarino, J.A., R.S. Mitchell, and R.G.V. Hancock. 1975. Mroseite, a calcium tellurite-carbonate from Moctezuma, Sonora, Mexico. *The Canadian Mineralogist*, Vol. 13, (2):286-288.
- Mansel, D. 1970. "Peter Joseph Wilhelm Debye, 1884-1966". Biographical Memoirs of Fellows of The Royal Society. *Transactions of The Royal Society of London*, Vol. (16):175-232. London.
- Maras, A., e A. Mottana. 1982. Il Museo di Mineralogia: passato, presente e prospettive future. *Quaderno del Museo di Mineralogia*, N° (2):1-24. Roma.
- Maras, A., Parodi G.C., Della Ventura G., and D. Ohnenstetter. 1995. Vicanite-(Ce): a new Ca-Th-REE borosilicate from the Vico volcanic district (Latium, Italy). *European Journal of Mineralogy*, 7, 439-446.
- Marcopoulos, T. and M. Economou. 1981. Theophrastite, Ni(OH)₂, a new mineral from northern Greece. *The American Mineralogist*, Vol. 66, (9-10):1020-1021.
- Margulis, L. 1982. Early Life. *Science Books International Inc.*, Boston.
- Martin, R.F. 1989. Memorial of Gabrielle Donnay; March 21, 1920-April 4, 1987. *The American Mineralogist*, Vol. 74, (3-4):491-493.
- Mason, B. 1968. Memorial of Percy Dudgeon Quensel, September 8, 1881-March 3, 1966. *The American Mineralogist*, Vol. 53, (3-4):590-596.
- Mason, B. 1992. Victor Moritz Goldschmidt (1888-1947): Father of Modern Geochemistry. *The Geochemical Society*, Special Publication, N° (4):1-184. San Antonio.
- Matsubara, S. and A. Kato. 1980. Nagashimalite, Ba₄(V⁺³,Ti)₄(O,OH)₂ClSi₈B₂O₂₇, a new mineral from the Mogurazawa mine, Gumma Prefecture, Japan. *Mineralogist Journal*, Vol (10):122-130. Tokyo.
- Mazzi, F. and C. Tadini. 1981. Giuseppettite, a new mineral from Sacrofano (Italy), related to the cancrinite group. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*, 19 (1):103-110.
- McGlasson, J.A. 2007. Memorial of Sidney A. Williams. *Rocks & Minerals*, Vol. 82, (4): 341-344. Washington.
- Medenbach, O. and K. Schmetzer. 1978. Schreyerite, V₂Ti₅O₉, a new mineral. *The American Mineralogist*, Vol. 63, (11-12):1182-1186.
- Meixner, H. 1953. Paul Niggli (1888-1953) zum Gedenken. *Der Karinthin*, (21):196-198.
- Meixner, H. 1967. Wilhelm von Haidinger. *Neue Deutsche Biographie*, (7):519-520.
- Mellini, M., S. Merlino and P. Orlandi. 1979. Versiliaite and apuanite, two new minerals from the Apuan Alps, Italy. *The American Mineralogist*, Vol. 64, (11-12):1230-1234.
- Mellini, M., S. Merlino, P. Orlandi and R. Rinaldi. 1982. Cascandite and jervisite, two new scandium silicates from Baveno, Italy. *The American Mineralogist*, Vol. 67, (5-6): 599-603.

- Mereiter, K. 1984. The crystal structure of albrechtschraufite, $MgCa_4F_2[(UO_2)(CO_3)_3]_2 \cdot 17H_2O$. *Acta Crystallographica*, C (40):247-249. Paris.
- Merlino, S. and P. Orlandi. 1977. Franzinite, a new mineral phase from Pitigliano (Italy). *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*, 19 (7):163-167.
- Merlino, S. and P. Orlandi. 1977. Liottite, a new mineral in the cancrinite-davyne group. *The American Mineralogist*, Vol. 62, (3-4):321-326.
- Merlino, S., Mellini M., Bonaccorsi E., Pasero M., L. Leoni and P. Orlandi. 1991. Pitiglianoite, a new feldspathoid from southern Tuscany, Italy: chemical composition and crystal structure. *The American Mineralogist*, Vol. 76, (11-12):2003-2008.
- Miller, W. H. 1860. On the measure of the dihedral angles of crystals. *Philosophical Magazine*, 3th ser., (19):328-329.
- Miller, H. 2005. Wilhelm Bodenbender: reseña de su vida. Simposio Bodenbender. *INSUGEO. Serie Correlación Geológica* 19:11-14. San Miguel de Tucumán.
- Millosevich, F. 1939. L'Istituto di Mineralogia della R. Università di Roma. *Quaderni di Studi Romani, Gli Ist. Scientifici in Roma*, III, 1-13. Roma.
- Milton, Ch. 1991. Henry Stephens Washington. January 15, 1867-January 7, 1934. Biographical Memoirs, Vol. 60. *The National Academy of Sciences, NAS Archives*. Washington.
- Mitscherlich, E. 1837. Über die Ausdehnung der krystallisierten Körper durch die Wärme. *Annalen der Physik und Chemie*, (41):137-152.
- Mitchell, R. S. 1988. Who's Who in Mineral Names: Richard Venable Gaines and Robert Ferguson. *Rocks & Minerals*, Vol. 63 (4):304-308. Washington.
- Miyashiro, A. 1953. Progressive metamorphism of the calcium-rich rocks of the Gosaisyo-Takanuki District, Abukuma Plateau, Japan. *Japanese Journal of Geology and Geography*, Vol. (23):81-107. Tokyo.
- Miyashiro, A. 1961. Evolution of Metamorphic Belts. *Journal of Petrology*, Vol. 2, (3):277-311. Oxford.
- Miyawaki, R., Matsubara, S., Yokoyama, K., Takeuchi, K., Terada, Y., and I. Nakai. 2000. Kozoite-(Nd), $Nd(CO_3)(OH)$, a new mineral in an alkali olivine basalt from Hizeno-cho, Saga Prefecture, Japan. *The American Mineralogist*, Vol. 85: 1076-1081.
- Moore, P.B., Takaharu A., I.M. Steele, G.H. Swihart and A.R. Kampf. 1983. Gainessite, sodium zirconium beryllophosphate: a new mineral and its crystal structure. *The American Mineralogist*, 68, (9-10): 1022-1028.
- Moriuchi, Y., Nagashima, K. and K. Tsukamoto. 2007. Formation of amorphous forsterite particles by levitating Mg_2SiO_4 melt droplets. *Goldschmidt 2007 "atoms to planets"*, (VIII):19-24. Köln.
- Morton, V. 1987. Oxford Rebels: The Life and Friends of Nevil Story Maskelyne, 1823-1911. Pioneer Oxford Scientist, Photographer and Politician. *Alan Stuton Ed. 1^o*, 182pag. New Hampshire.
- Mottana, A. 1994. Storia della Mineralogia. Plinius, E.J.M., *Soc. It. Min. Petr.*. 11 (1): 251-265.
- Mrose, M.E. 1951. Hurlbutite, $CaBe_2(PO_4)_2$, a new mineral. *The American Mineralogist*, Vol 37, (11-12):931-940.
- Mrose, M.E. 1971. Lacroixite: its redefinition and new occurrences. *Program 20th Clay Minerals Conference*, Abstr. 10. Massachusetts.
- Mrose, M.E., Ericksen, G.E. and J. W. Makinenko. 1971. Brüggénite, $Ca[IO_3]_2 \cdot H_2O$, a new saline mineral from the Chilean nitrate deposits. *Program 20th Clay Minerals Conference*, Abstr. 13. Massachusetts.
- Murakami, M., Hirose, K., Kawamura, K., Sata, N. and Y. Ohishi. 2004. Post-perovskite phase transition of $MgSiO_3$. *Science*, (304):855-858.
- Nagashima, K., Miyawaki, R., Takase, J., Nakai, I., Sakurai, K., Matsubara, S., Kato, A., and Iwano, S. 1986. Kimuraite, $CaY_2(CO_3)_4 \cdot 6H_2O$ a new mineral from fissures in an alkali olivine basalt from Saga Prefecture, Japan, and new data on lokkaite. *The American Mineralogist*, Vol. 71, (7-8):1028-1033.
- Nagashima, K., Tsukamoto, K., Satoh, H. and E. Yokoyama. 2005. Chondrule formation from a hypercooled silicate melt by levitation method. *Interface Mineralogy*, (IX):28-30. Sendai. Japan.
- Nambu, M., K. Tanida, and T. Kitamura. 1979. Mallardite from the Jokoku mine, Hokkaido, Japan. *Journal of Japanese Association of Mineralogy, Petrology and Economic Geologists*, Vol. (74):406-412.
- Nickel, E.H. and J.A. Mandarino. 1987. Procedures involving the IMA Commission on New Minerals and Mineral Names and guidelines on mineral nomenclature. *The American Mineralogist*, Vol. 72, 1031-1042; 73, 200.
- Niggli, P. 1924. Lehrbuch der Mineralogie. *Verlag von Gebrüder Borntraeger*, 712 Seiten. Berlin.
- Nitsch, K. H. 1982. Memorial of Helmut G. F. Winkler. April 3, 1915-November 10, 1980. *The American Mineralogist*, Vol. 67, (3-4):410-412.
- Nordenskiöld, N. 1821. Über die Messung der Krystallwinkel. *Schweigger's Journal für Chemie und Physik*, (1-4):395-404.
- Nuffield, E. W. and D. C. Harris. 1966. Studies of mineral sulphosalts. XX Berytite: a new species. *The Canadian Mineralogist*, Vol. (8): 407-413.
- Oberti, R., Ottolini L., Camara F., and G. Della Ventura. 1999. Crystal structure of non-metamict Th-rich hellandite-(Ce) from Latium (Italy) and crystal chemistry of the hellandite-group minerals. *The American Mineralogist*, Vol. 84, (5-6):913-921.
- Oganov, A. R. and S. Ono. 2004. Theoretical and experimental evidence for a post-perovskite phase of $MgSiO_3$ in Earth's D" layer. *Nature*, (430):445-448.
- Olsacher, J.A. 1939. Breve Historia de la Mineralogía. *Museo Provincial de Ciencias Naturales, Imprenta de la Universidad*, 17 pag. Córdoba.
- Ono, S. and T. Kikegawa. 2006. High-pressure study of FeS, between 20 and 120 GPa using synchrotron X-ray

- powder diffraction. *The American Mineralogist*, Vol. 91, (11-12):1941-1944.
- Onorato, E. 1942. Federico Millosevich. *Periodico di Mineralogia*, (13):243-253. Roma.
- Orcel, J. 1950. Alfred Lacroix (1863-1948). *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, Vol. (73):347-408. Paris.
- Orcel, J. 1956. Albert Michel-Levy (1877-1955). *Bulletin de la Société géologique de France*, Sér. 6, (IV):597-621. Paris.
- Orlandi, P., F. Pezzotta. 1997. Minerali dell'Isola d'Elba. *Edizioni Novecento Grafico*, 249 pags. Bergamo.
- Orlandi, P., L. Leoni, M. Mellini, and S. Merlino. 1977. Tuscanite, a new mineral related to latiumite. *The American Mineralogist*, Vol. 62, (11-12):1110-1113.
- Orlandi, P., M. Pasero, G. Vezzalini. 1990. Calcio-ancylite-(Nd), a new REE-carbonate from Baveno, Italy. *European Journal of Mineralogy*, Vol. 2, 413-418.
- Ottemann, J., Nuber, B. und B. H. Geier. 1973. Schneiderhöhnite, ein natürliches Eisen-Arsen-Oxid aus der tiefen Oxidationszone von Tsumeb. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 3:517-523.
- Paar, W. H., T. T. Chen, A. C. Roberts, A. J. Criddle and C. J. Stanley. 1989. Donharrisite, nickel-mercury sulfide, a new mineral species from Leogang, Salzburg Province, Austria. *The Canadian Mineralogist*, Vol. 27, (2):257-262.
- Paar, W. H., A. C. Roberts, A. J. Criddle, and D. Topa. 1998. A new mineral, chrisstanleyite, $\text{Ag}_2\text{Pd}_3\text{Se}_4$, from Hope's Nose, Torquay, Devon, England. *Mineralogical Magazine*, Vol. 62; (2):257-264.
- Paar W. H., Topa D. y R. J. Sureda. 2002. Watanabeita, $\text{Cu}_4(\text{As,Bi,Sb})_2\text{S}_5$, con una nueva fase mineral "Cu₃AsS₃" en Cerro Atajo, provincia de Catamarca, Argentina. *VI Congreso de Mineralogía y Metalogenia. Mineralogía y Metalogenia 2002*, 1:329-332. Buenos Aires.
- Pagano, R. 2006. Mineralogía italiana: i libri e la storia. *Texto e imágenes de la conferencia magistral dictada en la Universidad de Salta*. Salta.
- Palache, C. 1935. Lindgrenite, a new mineral. *The American Mineralogist*, Vol. 20, (7):484-491.
- Palache, C., L. H. Bauer and H. Berman. 1928. Larsenite and calcium-larsenite, new members of the chrysolite group from Franklin, New Jersey. *The American Mineralogist*, Vol. 13, (4):142-144.
- Palache, C., L. H. Bauer and H. Berman. 1928. Esperite, the calcium-larsenite member and associated minerals at Franklin, New Jersey. *The American Mineralogist*, Vol. 13, (7):334-340.
- Palache, C. and D. J. Fisher. 1940. Gratonite-preliminary description of a new mineral from Cerro de Pasco, Peru. *The American Mineralogist*, Vol. 24, (2):136.
- Panichi, U. 1912. Millosevichite. Nuovo minerale. *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali*, Serie 5, Vol. 22.
- Paoli, U.G. 1935. Il Marchese Marco Antonio de la Fratta e Montalbano (1635-1695). *Archeion*, 17:353-78.
- Papp, G., Criddle, A.J., Stanley, C.J., Kriston, L., and G. Nagy. 2008. Parajamesonite revisited: Background of the discreditation of an enigmatic mineral species. *Swiss Journal of Geosciences*, (DOI 500015-007-1233-1).
- Parson, I. 2002. Mineralogy for the new millenium. *Mineralogical Magazine*, 66, (5):625. London.
- Parthé, E. 2006. Fritz H. Laves – 100 years young. *Zeitschrift für Kristallographie*, Volume: 221, (5-7): 301-304.
- Passaglia, E. and R. Rinaldi. 1984. Katoite, a new member of the $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3\text{-Ca}_3\text{Al}_2(\text{OH})_{12}$ series and a new nomenclature for the hydrogrossular group of minerals. *Bulletin de Minéralogie*, 107, 605-618.
- Passaglia, E., D. Pongiluppi and R. Rinaldi. 1977. Merlinoite, a new mineral of the zeolite group. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*, 19 (7):355-364.
- Paulitsch, P. 1982. Der Weg der Mineralogie. *Der Anschluss*, (33):421-429. Heidelberg.
- Peacock, M.A. and M. C. Bandy. 1938. Ungemachite and clino-ungemachite: new minerals from Chile. *The American Mineralogist*, Vol. 23, (5):314-328.
- Peacor, D.R., P. J. Dunn, and W. B. Simmons. 1984. Paulkerrite, a new titanium phosphate from Arizona. *Mineralogical Record*. Vol. 15, 303-306.
- Pecora, W. T. 1962. Memorial of Esper Signius Larsen. *The American Mineralogist*, Vol. 47, (3-4):460-463.
- Pérez Mollinedo, A. M. 2007. Homenaje al Dr. Friedrich Ahlfeld Vollmer. *Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. A los 25 años de su muerte, en actas del Premio a la Ciencia 2007 en el Club de La Paz*; La Paz.
- Pertlik, F. 2000. Zum Gedenken an Karl Ludwig Felix Machatschki. *Joannea Mineralogie*, (1):87-89
- Pettijohn, F. J. 1963. Memorial of Albert Johannsen. *The American Mineralogist*, Vol. 48, (3-4):454-459.
- Pierpaolo, M. 2003. Ettore Onorato: il maestro romano, europeo ed internazionale. *Publicazioni Gruppo Mineralogico Romano, Museo Naturalistico Mineralogico del Collegio Nazareno*, 1-5. Roma.
- Pirsson, L. V. 1906. Obituary of Prof. Samuel Lewis Penfield (1856-1906). *American Journal of Science*, 4th ser., (22):353-367.
- Pirsson, L.V. 1919. Biographical Memoir of James Dwight Dana 1813-1895. *National Academy of Sciences Biographical Memoirs*, (9): 39-92.
- Pratesi, G., C. Cipriani, G. Giuli and W. Birch. 2003). Santabarbaraita: a new amorphous phosphate mineral. *European Journal of Mineralogy*, (15):185-192.
- Pratt, J. H. 1896. On northupite; pirssonite, a new mineral; Gaylussite and hanksite from Borax Lake, San Bernardino County, California. *American Journal of Science*, 4th series, n° (2): 123-135
- Pring, A., Birch, W. D., Seweix, D., Graeser, S., Edenharter, A. and A. Criddle. 1990. Baumhauerite-2a: A silver-bearing mineral with a baumhauerite-like supercell from Lengenbach, Switzerland. *The American Mineralogist*, Vol. 75 (7-8):915-922.
- Prior, G. T. 1921. Obituary. Sir Lazarus Fletcher, Kt., M.A., F.R.S. *Geological Magazine*, Vol. 58, (88):141-143. London.

- Prior, G. T. and F. Zamboni. 1908. Strüverite and its Relation to Ilmenorutile. *Mineralogical Magazine*, Vol. (15):78–89). London.
- Ramdohr, P. 1928. Klockmannit, ein neues natürliches Kupferselenid— *Centralblatt für Mineralogie*, Abteilung A, 225–232.
- Ramdohr, P. 1935. Zwei neue Mineralien. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Abteilung A, Mineralogie und Petrographie, 189. Berlin.
- Ramdohr, P., Ahlfeld, F. and F. Berndt. 1959. Angelellit, ein natürliches triklinen Eisen-Arsenat, $2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-As}_2\text{O}_6$. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, No. 7, 145–151. Stuttgart.
- Redwood, S. D. 2003. "The Father of Bolivian Geology" Friedrich (Federico) Ahlfeld Vollmer (1892–1982). *The Mineralogical Record*, Vol 34 (3):225–233. Tucson.
- Roberts, A. C., Burns, P. C., Gault, R. A., Criddle, A. J. and M. N. Feinglos. 2004. Petewilliamsite, $(\text{Ni},\text{Co})_{30}(\text{As}_2\text{O}_7)_{15}$, a new mineral from Johanngeorgenstadt, Saxony, Germany: description and crystal structure. *Mineralogical Magazine*, 68, 231–240.
- Roberts, A. C., Burns, P. C., Gault, R. A., Criddle, A. J., Feinglos, M. N. and J. A. R. Stirling. 2001. Paganoite, $\text{NiBi}^{3+}\text{As}^{5+}\text{O}_5$, a new mineral from Johanngeorgenstadt, Saxony, Germany; description and crystal structure. *European Journal of Mineralogy*, 13, 167–175
- Rodowicz, M. et L. Tourret. 2002. L'oeuvre scientifique de Ignacy Domeyko. *UNESCO Editions, en mai 2002 pour le bicentenaire de la naissance d'I. Domeyko*. New York.
- Rogers, A. F. 1924. Kempite, a New Manganese Mineral from California. *American Journal of Science*, (5)8:145–150.
- Rosbaud, T. 1961. Victor Moritz Goldschmidt 1888–1947. In Faber, E. (Ed.) *Great Chemists. Interscience Publishers*, (1):1563–1586. New York.
- Rose, G. 1828. Zinckenit als rhomboedrischen Antimon–Glanz, eines neues Minerals. *Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie*, Bd. (13):165.
- Rose, G. 1828. Über ein neues Selenerz vom Harz (naumannita). *Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie*, Bd. (14):471–473.
- Rose, G. 1864. Zur Erinnerung an E. Mitscherlich. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, (16):21–72.
- Rosenbusch, H. 1907–8. Mikroskopische Physiographie der Massigen Gesteine. Band 2, *Schweizerbart'sche Verlagsbandlung*. Stuttgart.
- Rosenthal-Schneider, I. 1980. Reality and Scientific Truth: Discussions with Einstein, von Laue, and Planck. *Wayne State University Press*. Detroit.
- Rosenzweig, A. 1999. In Memoriam – Obituary of Richard Venable Gaines (1917–1999). *Rocks & Minerals*, Vol. 74, (4): 271–274. Washington.
- Ross, C. S., Henderson, E. P. and E. Posnjak. 1931. Clarkeite, a new uranium mineral. *The American Mineralogist*, Vol. 16 (5):213–220.
- Rubinovich Kogan, R. 1992. Elementos de Orictognosia 1795–1805 Andrés Manuel del Río. *Universidad Nacional Autónoma de México (Ed.)*, 200 Años de la Enseñanza de la Ingeniería en México. México.
- Russo, M. 2004. Introduzione a I Minerali del Somma-Vesuvio. *Osservatorio Vesuviano, Micro*: 7–12. Napoli.
- Russo, M. e I. Punzo. 2004. I Minerali del Somma-Vesuvio. *Associazione Micro-mineralogica Italiana. T. Fantigrafica s.r.l.* 317 paginas. Cremona.
- Sätterberg, J. 1839. Über Kobellit, $\text{Pb}_5(\text{Bi},\text{Sb})_8\text{S}_{17}$, neues Mineral aus Grube Vena, Hammar, Ämmeberg, Askersund, Närke, Schweden. *Vetenskaps Akademien Handlingar*, 188. Stockholm.
- Saussure de, N. T. 1792. Analyse de la dolomie. *Journal de Physique*, Vol. (40):161–173. Paris.
- Scandale, E. 1999. Ricordo di Carlo Lorenzo Garavelli. *Rivista Italiana di Mineralogia e Petrologia. Plinius*, (21):28–30.
- Schaller, W. T. 1938. Johannsenite, a new manganese pyroxene. *The American Mineralogist*, Vol. 23 (9):575–582.
- Scholtz, D. L. 1936. The magmatic nickeliferous ore deposits of east Griqualand and Pondoland. *Transactions of the Geological Society of South Africa*, Vol. (39):83–212. Kaapstad.
- Schlüter, J., Pohl, D. & Britvin, S. 2005. The new mineral chalcacolloite, KPb_2Cl_5 , the natural occurrence of a technically known laser material. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 182 (1):95–101.
- Schrauf, J. A. 1870–1871. On the Molybdates and Vanadates of Lead, and on a New Mineral from Leadhills (wulfenite, pyromorphite, desclozite). *Proceedings of the Royal Society of London*, Vol. 19, (2):451–465. London.
- Seifert, F. A. and W. V. Maresch. 2007. Memorial of Werner Schreyer, 1930–2006. *The American Mineralogist*, Vol. 92, (4):708–710.
- Serafini, A. 1991. Linus Pauling A Man and His Science. *Paragon House*. New York.
- Shepard, C. L. 1856. On epiglaubite and glaubapatite from Caribbean Islands. *American Journal of Science*, Vol. (22):96–97. New Haven.
- Shimizu, M. A. Kato, S. Matsubara, A. J. Criddle and C. J. Stanley. 1993. Watanabeite, $\text{Cu}_4(\text{As},\text{Sb})_2\text{S}_5$, a New Mineral from the Teine Mine, Sapporo, Hokkaido, Japan. *Mineralogical Magazine*, 57, 643–649.
- Silliman, B. 1883. Obituary Dr. John Lawrence Smith 1818–1883. *Journal of the American Chemical Society*, (5):228–230.
- Silliman, B. 1884. Memoir of John Lawrence Smith 1818–1883. Biographical Memoirs, U.S. National Academy of Sciences, (II):217–248. Washington.
- Skinner, B. J., Jambor, J. L. and M. Ross. 1966. Mckinstryite, a new copper-silver sulfide. *Economic Geology*, 61, 1383–1389.
- Skinner, B. J. 1994. Memorial of Horace Winchell, 1915–1993. *The American Mineralogist*, Vol. 79, (11–12):1231–1232.

- Slavik, F. 1914. The Ternary Fluophosphates Morinite, Jezekite, and Lacroixite. *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, Vol. 37, 152—162. Paris.
- Smith, J. 1876. Daubrélite, a new mineral from Cohaula meteorite, Mexico. *American Journal of Science*. ser. 3, Vol. 12: 109. New Haven.
- Smith, B. and C. Smith. 1994. Martin Leo Ehrmann, (1904-1972), mineral dealer and collector. *The Mineralogical Record*, Sep 1994. Tucson.
- Smithsonian Institution. 2004. Frank Wigglesworth Clarke Papers, 1873-1921. *Smithsonian Institution Archives* (February 27, 2004). Washington.
- Solly, R. H. and H. Jackson. 1902. Baumhauerite, a new mineral, and Dufrenoyite. *Mineralogical Magazine*, Vol. 13, (60):151-171. London.
- Solly, R. H. 1905. Some New Minerals from the Binnenthal, Switzerland. *Mineralogical Magazine*, Vol. 14, (64):72-82. London.
- Sorby, H. C. 1897. Fifty years of scientific research. An address delivered before the members of the Sheffield Literary and Philosophical Society. *Independent Press*, Sheffield.
- Spencer, L. J. 1924. Biographical Notices of Mineralogists Recently Deceased. (Second Series). *Mineralogical Magazine*, Vol. 12, (79):30-32.
- Spencer, L. J. 1936. Biographical Notices of Mineralogists Recently Deceased. (Sixth Series). *Mineralogical Magazine*, Vol. 24, (153):277-306.
- Spencer, L. J. 1936. Obituary Notices of Fellows of the Royal Society. *Journal Information of the Royal Society*, Vol. 2, (5):150-159. London.
- Staples, L. W. 1935. Austinite, a new arsenate mineral from Gold Hill, Utah. *The American Mineralogist*, Vol. 20, (2):112-119.
- Steinmann, J. 1821. Cronstedtit, $(\text{Fe}_3(\text{Si}_2\text{Fe})_2\text{O}_5(\text{OH})_4)$, ein neues Mineral von Příbram. *Jahrbuch der Chemie und Physik*, Bd. (32):69.
- Steno, N. 1669. De Solido intra Solidum naturaliter contento Dissertationis Prodomus. *Stampa Florentiae*.
- Stevenson, J. S. 1984. Memorial of Leonard G. Berry (1914-1982). *The American Mineralogist*, Vol. 69, (3-4):588-590.
- Stichting, E. H. and Ch. Bremen (ed.). 2000. Pie Debije-Peter Debye: 1884-1966. *Gardez Verlag*. Berlin.
- Strunz, H. 1954. Laveit, $\text{MnFe}_2^{3+}[\text{OH}][\text{P}_0_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, ein neues Mineral. *Naturwissenschaften*, 41, 256.
- Strunz, H. 1956. Carobbit, ein neues Mineral. *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, 12, 212-213.
- Strunz, H. 1960. Chudobait, ein neues Mineral von Tsumeb. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, No. 1, 1-7.
- Strunz, H. 1983. Franz von Kobell. Vor 180 Jahren in München geboren. Vor 100 Jahren in München gestorben. *Der Aufschluss*, (34):221-230. Heidelberg.
- Strüver, G. 1868. Sellaite MgF_2 nuovo minerale dei ghiacciaio di Gebroulz, Saboia. *Atti dell'Accademia delle scienze di Torino*, Vol. (4): 35. Torino.
- Sturdivant, J. H. 1968. The Scientific Work of Linus Pauling. In: Rich, A. & N. Davidson. *Structural Chemistry and Molecular Biology*. *W.H. Freeman and Co.*, (1):16-19. San Francisco
- Stütz, A. 1818. Wollastonit ein neues Mineral aus Csiklovabanya, Rumanien. *Zeitschrift für Geologie*, (3):198
- Sureda, R. J. 1992. Zinckenita $\text{Pb}_4\text{Sb}_4\text{S}_{27}$ de la mina La Concordia, Salta, Argentina. *I Reunión de Mineralogía y Metalogenia*, Actas (1):297-306. La Plata.
- Sureda, R. J. 1994. Ullmannita, NiSbS , en las coronas de reacción de la interfase breithauptita-pirrotina. Mina El Aguilar, Jujuy. *II Reunión de Mineralogía y Metalogenia*, Pub. (3):463-468. La Plata.
- Süsse, P. and G. Schnorrer-Köhler. 1980. Koritnigte and helmutwinklerite, two new minerals from Tsumeb, S. W. Africa. *Der Aufschluss*, (31):43-49. Heidelberg.
- Switzer, G. 1974. Memorial to Martin L. Ehrmann. *The American Mineralogist*, Vol. (59):414-415.
- Takeuchi, Y. and W. Joswil. 1967. The structure of haradaite and a note on the Si:O bond lengths in silicates. *Mineralogical Journal Tokyo*, Vol 5 (1): 98-123. (In: Fleischer, M. 1971. *New Mineral Names*. *The American Mineralogist*, Vol. 56, (5-6):1123.
- Tanelli, G. 2008. Ricordo di Curzio Cipriani (1927-2007). *Rivista Italiana di Mineralogia e Petrologia. Plinius*, (34):1-2.
- Teertstra, D.K., Schindler, M., Sherriff, B.J. and F.C. Hawthorne. 1999. Silvalite, a new sulfate-dominant member of the scapolite group with an Al-Si composition near the 14/m-P4/n phase transition. *Mineralogical Magazine*, Vol. 63; (3):321-329.
- Thompson, M.E. and A.M. Sherwood. 1959. Delrioite, a new calcium strontium vanadate from Colorado. *The American Mineralogist*, Vol. 44, (3-4):261-264.
- Tilley, C. E. 1947. Obituaries: Prof. V. M. Goldschmidt For. Mem. R.S. *Nature*, (159):700.
- Tilley, C. E. 1960. Memorial of Leonard James Spencer. *The American Mineralogist*, Vol. 45, (3-4):403-406.
- Tilley C.E. and N.F.M. Henry. 1953. Latiumite (sulphatic potassium-calcium-aluminum silicate), a new mineral from Albano, Latium, Italy. *Mineralogical Magazine*, Vol. 30, (1):39-45.
- Topa, D., Makovicky, E., Putz, H. and W. G. Mumme. 2006. The crystal structure of berryite, $\text{Cu}_3\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_7\text{S}_{16}$. *The Canadian Mineralogist*, Vol. (44):465-480.
- Tozzetti, T. 1795. Description d'une machine propre à couper régulièrement des lames de cristaux artificiels pour rendre sensibles les lois de décroissements suivant la théorie du Abbé Haiüy. *Journal des Mines*, 43:545-552.
- Tschermak, G. 1872. Die Meteoriten von Shergotty und Gopalpur. *Sitzungsberichte Akademie der Wissenschaften in Wien*, (65):122-146. Wien.

- Turner, E. 1827. On Haidingerite, a new Mineral Species. *Edinburgh Journal of Science*, (6): 317.
- Turner, G.L.E. 1980. Essays on the History of the Microscope. *Senecio Press Ltd.*, 245 pages. Charlbury, Oxford.
- Vaughan, D. J., Patrick, R. A. D. and R. A. Wogelius. 2002. Minerals, metals and molecules: ore and environmental mineralogy in the new millennium. *Mineralogical Magazine*, 66, (5):653-676. London.
- Van Leeuwenhoek, A. 1685. Concerning the figures of the salts of crystals. *Philosophical Transactions*, (24):1906-1912.
- Vernadsky, V. I. 1945. The biosphere and the noosphere. *American Journal of Science*, (133):1-12.
- Vinogradov, A. P. 1963. Centenary of V. I. Vernadsky's birth. *Geokhimiya*, (3):211-214.
- Voit, C. 1904. Necrolog auf Augustin Alexis Damour. *Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der K. B. Akademie der Wissenschaften zu München*, (33):536-539. München.
- von Born, I. E. 1772. Index Fossilium. Lithophylacium Bornianum (torbernita). *Wolfgang Gerle*, Seiten 42. Prag.
- von Groth, P.H.R. 1926. Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften. München.
- von Kobell, F. 1843. Gelehrte Anzeigen der Klasse: Über den Spadait, ein neue Mineralspecies. *Abhandlungen der Königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München*, (17):945. München.
- von Kobell, F. 1864. Geschichte der Mineralogie von 1650-1860. *Sitzungsberichte der königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften*. München.
- von Moll, C. E. F. 1807. Über ein neues Mineral Gahnit aus Falun, Dalarna, Schweden. *Jahrbücher der Berg und Hüttenkunde*, Bd. (3):78.
- Watanabe, T. 1939. Kotoit, ein neues gesteinsbildendes Magnesiumborat. *Tschermak Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, Vol. (50):441-463.
- Webb, R. W. 1975. Memorial of Joseph Murdoch. February 19' 1880-December 31' 1973. *The American Mineralogist*, Vol. (48):614-619.
- Websky, M. 1867. Über einen Beobachtungs-Apparat zur Ausführung goniometrischer Messungen an unvollkommenen Krystallen oder sehr kleinen Flächen. *Annalen der Physik und Chemie*, (132):623-628.
- Wedepohl, K. H. 1996. The importance of the pioneering work by V. M. Goldschmidt for modern geochemistry. *Naturwissenschaften*, (83):165-171.
- Weiss, C. S. 1816. Über eine verbesserte Methode für die Bezeichnung der verschiedenen Flächen eines Krystallisations Systems. *Abhandlung der königlicher Akademie der Wissenschaften*, (28):314. Berlin.
- White, J. S. 1972. Martin L. Ehrmann Dies. *The Mineralogical Record*, 3, 100. Tucson.
- Whitlock, H. P. 1918. Rene-Just Haüy and his influence. *The American Mineralogist*, Vol. 3:92-98.
- Whitlock, H. P., and M. L. Ehrmann. 1949. The Story of Jade. *Sheridan House*, New York.
- Williams, S.A. 1963. Anthonyite and calumetite, two new minerals from the Michigan copper district. *The American Mineralogist*, Vol. 48, (5-6):614-619.
- Williams, J. W. 1975. Peter Joseph Wilhelm Debye. Biographical Memoirs, *U.S. National Academy of Sciences*, V. 46.
- Wilson, C., 1995. The Invisible World: Early Modern Philosophy and the Invention of the Microscope. *Princeton University Press*, 280 pages. Princeton, New Jersey.
- Wilson, W. E. 2007. Notes for the Biographical Archive: John Grieger and Thomas Warner. California Mineral Dealers and Collectors. *The Mineralogical Record*, Vol. 38, (6):463-471. Tucson.
- Wilson, W. E. 2008. A.A. Damour (1808-1902). *The Mineralogical Record. Biographical Archive*. Tucson.
- Winchell, A. N. 1945. Variations in composition and properties of the calciferous amphiboles (tschermakite). *The American Mineralogist*, Vol. 30, (1-2):27-50.
- Wieseneder, H. 1982. Heinz Meixner 1908-1981. *Carinthia II*, 172, (92):7-30. Klagenfurt.
- Wollaston, W. H. 1802. On the oblique refraction of Iceland Crystal. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Vol. 92, (2):381-387. London.
- Wollaston, W. H. 1809. Description of a reflective goniometer. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, (99):253-258.
- Yagi, K. 1995. Memorial of Zyunpei Harada 1898-1992. *The American Mineralogist*, Vol. 80, (3-4):412-414.
- Yoder, H. S. 1992. Norman L. Bowen (1887-1956), mit class of 1912, first predoctoral fellow of the Geophysical Laboratory. *Earth Sciences History*, Vol. 11, n° (1):45-55. Mahwah, New Jersey.
- Yoder, H. S. 1993. Timetable of petrology. *Journal of Geology*, (41):447-89.
- Yoder, H. S. 1994. Development and promotion of the initial scientific program for the Geophysical Laboratory. In *The Earth, the Heavens and the Carnegie Institution of Washington*, *American Geophysical Union*. Vol. (5):21-28. Washington.
- Yoshimura, T. and S. Wakabayashi. 1977. Na-dachiardite and associated high-silica zeolites from Tsugawa, northeast Japan. *Sci. Rep. Niigata University*, Ser. E., Geol., (4):49-64.
- Zambonini, F. 1907. Strüverite, a new mineral. *Rendiconti della Regia Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli*. Vol. (13):35-51.
- Zambonini, F. 1911. Über den Muthmannit, ein neues Mineral. *Zeitschrift für Kristallographie*, 49, 246-253.
- Zambonini, F. e G. Carobbi. 1925. Guida alla mineralogia vesuviana (mitscherlichita). *Annali del Reale Osservatorio Vesuviano*, Vol. (3): 2-7. Napoli.
- Zambonini, F. e G. Carobbi. 1927. A chemical study of the yellow incrustations on the Vesuvian Lava of 1631. *The American Mineralogist*, Vol. 12, (1):1-9.
- Zsivny, V. und Náray-Szabó, I. 1947. Parajamesonit, ein neues Mineral von Kisbánya. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 27, 183-189.

NÓMINA	PÁGINA
Abbe, Ernst	57
Agrícola (Georg Bauer)	17
Ahlfeld Vollmer, Friedrich	80
Al Biruni (Abú Rayhán Muhammad ibn Ahmad al-Biruni)	15
Aldrovandi, Ulissis	18
Amici, Giovanni Battista	54
Angelelli, Victorio	82
Ångström, Anders Jöns	55
Anthony, John Williams	155
Arago, Dominique François Jean	53
Artini, Ettore	126
Avicena (Abu Ali al-Hosain ibn Abdallah Ibn Sina)	16
Babinet, Jacques	55
Bailleau, Giovanni de	22
Bailleau, Luigi Balthasar de	23
Barlow, William	38
Barnabita, Ermenegildo Pini	23
Barnack, Oskar	58
Barrow, George	103
Baumhauer, Heinrich Adolf	108
Bausch, John Jacob	58
Becke, Friedrich Johann Karl	50
Beckh-Widmanstätten, Alois von	107
Beder, Robert	80
Benvenuti, Giuseppe	23
Berek, Max	58
Bergman, Torbern Olof	27
Berman, Harry	144
Bernal, John Desmond	88
Berry, Leonard Gascoigne	118
Berthelsen, Erasmus	20
Bertrand, Émile	54
Berzelius, Jöns Jacob Baron	31
Beudant, François Sulpice	32
Biot, Jean-Baptiste	49
Biringuccio, Vannoccio	16
Bodenbender, Wilhelm	78
Borch, Michel Jean del	26
Bowen, George T.	72
Bowen, Norman Levi	94
Boyle, Robert	21
Brackebusch, Ludwig	78
Bragg, William Henry	85
Bragg, William Lawrence	85
Braun, Wernher Magnus Maximilian Freiherr von	138
Brauns, Reinhard	164
Bravais, August	35
Breithaupt, Johann Friedrich August	26
Brewster, David	52
Brezina, Aristides	46
Brooke, Henry James	34
Brüggen Messtorff, Johann	79
Brugnatelli, Luigi	127

Brush, George Jarvis	72
Buerger, Martin Julian	90
Buffon, George-Louis Leclerc conde de	29
Calzolari, Francesco	18
Cappeller, Maurice Antonius	22
Carangeot, Arnould	27
Carobbi, Guido	162
Cato, Marcus Porcius	14
Cesi, Bernardo	19
Cherenkov, Pavel Alekseyevich	60
Chudoba, Karl Franz Johann	163
Cipriani, Curzio	174
Clarke, Frank Wigglesworth	102
Cordier, Pierre Louis Antoine	60
Correns, Carl Wilhelm Erich	95
Cospi, Ferdinando	20
Cotta, Carl Bernhard von	44
Covelli, Niccolo	64
Criddle, Alan John	120
Cronstedt, Axel Fredrik	23
Cross, Charles Whitman	91
D'Achiardi, Antonio	68
D'Achiardi, Giovanni	69
Dalton, John	31
Damour, Augustin Alexis	44
Dana, Edward Salisbury	73
Dana, James Dwight	71
D'Aubenton, Louis Jean-Marie	29
Daubrée, Gabriel Auguste	67
Davy, Humphry	65
Dawson, John William	72
Debye, Peter Joseph William	85
Del Río Fernández, Andrés Manuel	75
Della Fratta et Montalbano, Marco Antonio	21
Des Cloizeaux, Alfred Louis Olivier Legrand	67
Dioscorides, Pedanius	14
Doelter y Cisterich, Cornelius	125
Dolomieu, Dieudonné Silvain Guy Tancrède de Gratet de	29
Domeyko, Ignacio	77
Donnay, Gabrielle Hamburger	153
Donnay, Joseph Désiré Hubert	153
D'Orbigny, Alcide Charles Victor Marie Dessalines	60
Ehrmann, Martin Leo	135
Ericksen, George Edwards	146
Erlenmeyer, Richard August Carl Emil	39
Eskola, Pentti Eclis	103
Ewald, Paul Peter	39
Fedorov, Evgraf Stepanovich	36
Fermat, Pierre de	48
Fersman, Alexander Evgenievich	105
Fleischer, Michael	149
Fouqué, Ferdinand Andre	63
Frankenheim, Moritz Ludwig	34
Fraunhofer, Joseph von	35
Freiesleben, Johann Carl	26
Fresnel, Augustin-Jean	52

Friedel, Charles	48
Friedel, Edmond	48
Friedel, Georges	47
Friedrich, Otmar Michael	112
Frondel, Clifford	148
Gadolin, Aksel Vilgelmovich	36
Gadolin, Johan	27
Gahn, Johan Gottlieb	28
Gaines, Richard Venable	152
Garavelli, Carlo Lorenzo	171
Gauss, Carl Friedrich	33
Gimma, Giacinto	22
Gioeni d'Angiò, Giuseppe	23
Glocker, Ernst Friedrich	42
Goldschmidt, Victor Mordechai	46
Goldschmidt, Viktor Moritz	103
Gordillo Maldonado, Carlos Ernesto	100
Graton, Louis Caryl	115
Groth, Paul Heinrich Ritter von	38
Guglielmini, Domenico	22
Haidinger, Wilhelm Karl Ritter von	42
Harada, Zyunpei	142
Hausmann, Johann Friedrich Ludwig	32
Haüy, René Just	28
Hayase, Kitano	83
Henckel, Johann Friedrich	21
Hermann, Carl	39
Herodoto	13
Hertz, Heinrich Rudolph	59
Hessel, Johann Friedrich Christian	34
Hintze, Carl Adolf Ferdinand	123
Hurlbut Jr, Cornelius Searle	145
Hutton, James	23
Huygens, Christiaan	20
Iddings, Joseph Paxson	92
Imperato, Ferrante	18
Ito, Tei-Ichi	142
Jameson, Robert	41
Jervis, William Peter	68
Johannsen, Albert	95
Jussieu, Bernard de	29
Karsten, Dietrich Ludwig Gustav	24
Kato, Akira	151
Kekulé, August	40
Kellner, Carl	57
Kemp, James Furman	114
Kerr, Paul Francis	140
Kimura, Kenjiro	144
Klaproth, Martin Heinrich	24
Klockmann, Friedrich Ferdinand Hermann	108
Kobell, Wolfgang Xavier Franz Baron von	43
Köhler, August	58
Koto, Bunjiro	70
Krantz, Adam August	26
Kraus, Edward Henry	158
Kummer, Ernst Eduard	37

Lacroix, Alfred François Antoine	128
Larsen Jr, Esper Signius	139
Laue, Max Theodor Felix von	84
Laves, Fritz Henning Emil Paul Berndt	166
Le Chatelier, Henry Louis	108
Leeuwenhoek, Anton Thonius Philips van	22
Leitz II, Ernst	58
Leitz, Ernst	57
Leonhard, Karl Cäsar von	69
Lermina, Claude	27
Lévy, Serve-Dieu Abailard Armand	65
Liebig, Justus von	40
Lindgren, Waldemar	115
Link, Heinrich F.	39
Lomb, Henry	58
Magnus, Albertus (Albert von Bollstatt)	16
Mallard, François-Ernest	50
Malus, Etienne Louis	51
Mandarino, Joseph Anthony	156
Maravigna, Carmelo	65
Mauguin, Charles Victor	39
Maxwell, James Clerk	59
McKinstry, Hugh Exton	117
Meixner, Heinz	168
Mendeleyev, Dmitry Ivanovich	40
Mercati, Michele	18
Meyer, Julius Lothar	40
Michel-Levy, Auguste	64
Michelson, Albert Abraham	59
Miller, William Hallows	33
Millosevich, Federico	159
Mitscherlich, Eilhardt	39
Miyashiro, Akiho	71
Mohs, Carl Friedrich Christian	25
Monticelli, Teodoro	64
Moseley, Henry Gwyn Jeffreys	41
Mrose, Mary Emma	146
Murdoch, Joseph	117
Muthmann, Friedrich Wilhelm	39
Nachet, Camille Sébastien	56
Nagashima, Kozo	144
Nagashima, Otokichi	71
Napioni Galiani, Carlo Antonio	27
Naumann, Georg Amadeus Carl Friedrich	33
Neumann, Franz Ernst	33
Newlands, John Alexander Reina	40
Newton, Isaac	20
Nicol, William	51
Niggli, Paul	87
Nordenskiöld, Nils Adolf Erik Baron de	67
Olsacher, Juan Augusto	81
Onorato, Ettore	159
Orcel, Jean	112
Palache, Charles	132
Palissy, Bernardo de	18
Paracelso (Theophrast Bombast von Hohenheim)	17

Pardillo Vaquer, Francisco	71
Pauling, Linus Carl	89
Penfield, Samuel Lewis	72
Phillips, Alexander Hamilton	131
Phillips, Williams	132
Pirsson, Louis Valentine	93
Planck, Max Karl Ernst Ludwig	59
Platón	13
Plinio el Viejo (Gaius Plinius Secundus)	14
Prior, George Thurland	128
Proust, Joseph Louis	31
Quensel, Percy Dudgeon	162
Ramdohr, Paul Georg Karl	110
Rammelsberg, Karl Friedrich August	45
Rankama, Kalervo	106
Rath, Gerhard von	46
Reich, Ferdinand	44
Rinne, Friedrich Wilhelm Berthold	86
Roemer, Olaf Christensen	21
Rogers, Austin Flint	114
Rome de l'Isle, Jean Baptiste Louis	27
Röntgen, Wilhelm Conrad	83
Rose, Gustav	43
Rose, Heinrich	43
Rosenbusch, Karl Heinrich Ferdinand	61
Sage, Balthasar George	30
Sahama, Thure Sahlstein Georg	106
Sakurai, Kinichi	151
Sala, Angelo	19
Sander, Bruno	106
Scacchi, Arcangelo	66
Scherrer, Paul	86
Schlosser, Christoph de Friedrich	19
Schneiderhöhn, Hans	109
Schoenflies, Arthur Moritz	37
Schrauf, Johann Albrecht	47
Schreyer, Werner	98
Schroeder van der Kolk, Jacobus Lodewijk Conradus	51
Seeber, Ludwig August	35
Sella, Quintino	68
Senarmont, Henri Hureau de	35
Settala, Manfredo	19
Short, Maxwell Naylor	116
Silliman, Benjamín	72
Sohncke, Leonhard	36
Sorby, Henry Clifton	60
Spada, Lavinio de Medici	65
Spencer, Charles Achilles	56
Stelzner, Alfred Wilhelm	78
Steno, Nicolás (Niels Stensen)	21
Stephan I, Franz	22
Story-Maskelyne, Mervyn Herbert Nevil	130
Stromeyer, Friedrich	41
Strunz, Karl Hugo	172
Strüver, Giovanni	69
Swift, James Powell	58

Tennant, Smithson	35
Teofrasto	13
Thomsen, Hans Peter Jorgen Julius	41
Thomson, Thomas	34
Tschermak von Seysenegg, Gustav	62
Ulex, Georg Ludwig	45
Ullmann, Johann Christoph	32
Ungemach, Henri Léon	131
Vauquelin, Baptiste Nicholas Louis	30
Veen, Rudolf Willem van der	109
Vernadsky, Vladimir Ivanovich	104
Vogt, Johan Herman Lie	125
Wada, Tsunashiro	70
Wakabayashi, Yaichiro	141
Wallerant, Frédéric Felix Auguste	127
Washington, Henry Stephens	93
Watanabe, Takeo	147
Websky, Martin	45
Weisbach, Julius Ludwig	44
Weiss, Christian Samuel	32
Werner, Abraham Gottlob	23
Weyl, Hermann Klaus Hugo	87
Williams, Sidney "Sid" Arthur	157
Winchell, Alexander Newton	150
Winchell, Horace	150
Winchell, Newton Horace	150
Winkler, Helmut Gustav Franz	97
Wollaston, William Hyde	34
Wyckoff, Ralph Walter Graystone	88
Yoshimura, Toyofumi	143
Young, Thomas	49
Zambonini, Ferruccio	161
Zeiss, Carl	56
Zincken, Johann Carl Ludwig	42
Zirkel, Ferdinand	61

Recibido: 20 de diciembre de 2007
Aprobado: 31 de diciembre de 2007

*El uso de imágenes fue autorizado por sus respectivas fuentes para su uso educativo-académico, no comercial.
El diseño de tapas y figuras es de José Antonio Sureda Murature (2007): jspepo@hotmail.com*

Ediciones Magna
San Miguel de Tucumán
Segunda impresión corregida 2008

BOOK REVIEWS

Historia de la Mineralogía. By Ricardo J. Sureda. Instituto Superior de Correlación Geológica, serie Correlación Geológica 23, 193 pages (2008). Soft cover, 17 x 25 cm. ISSN 1514-4186. Price: US\$30. To order, send cheque or money order to 1) Professor Dr. Ricardo J. Sureda, Cátedra de Mineralogía, FCN, Universidad Nacional de Salta, Campus Castañares, Avenida Bolivia 5150, CP 4400 Salta, Argentina, or 2) to Prof. Dr. Gilberto F. Aceñolaza, INSUGEO Universidad Nacional de Tucumán, Calle Miguel Lillo 205, CP 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina.

Here is an ambitious project and clearly a labor of love! The history of mineralogy as a branch of the Earth sciences is a fascinating topic for a book, but how does one tackle such a daunting subject? There are snippets of information to be found here and there, but no one had tackled the big picture in any detail before now. In preparing *Historia de la Mineralogía*, Prof. Sureda has had to spend an enormous amount of time in libraries. I imagine that his library system at the Universidad Nacional de Salta is not very well endowed with the necessary references. Because of his close ties to institutions in Europe over the years, where libraries are still nurtured as priceless resources, the author was able to complete the job. He was very much inspired by the 1939 publication of *Breve Historia de la Mineralogía*, a 17-page account written by Prof. Juan Augusto Olsacher (1903–1964), of Olsacherite fame, so that his students at the University of Córdoba, unable to gain access to the foreign literature, could develop an appreciation of the development of their chosen field of study.

The approach adopted by Professor Sureda is to collect biographies of scientists active in investigations of minerals over the last few centuries, to systematize them, and to place them end to end. He illustrates the text, where possible, with photos or portraits of people responsible for major advances in the field. The search for a portrait of Nicolás Steno (1638–1686) is probably fairly easy, now that one relies on the internet, but I am sure that to track down the portrait of Dominique F. Arago (1786–1853) and Friedrich Becke (1855–1931), as an example, must have been considerably more challenging. All these illustrations are printed at the size of a large postage stamp, and are here and there supplemented by photos of minerals relevant to the VIP being shown. For example, a cluster of cordierite crystals is shown next to the portrait of Pierre Cordier (1777–1861). Everything is reproduced in black and white, and the illustrations of minerals are of low resolution, in general.

I list here the twenty-two subdivisions of the book, presented after a short introduction and before the bibliography of eleven pages, presented in rather fine print. The book ends with a list of the Who's Who in mineralogy, contributors to the science whose biography is included.

Antecedentes prehistóricos y la antigüedad clásica (p. 13), El Medioevo (p. 15), La Ilustración Renacentista (p. 19), El impulso fundacional de la Bergakademie Freiberg (p. 22), Las bases de la cristalografía morfológica (p. 27), Los fundamentos químicos en la identificación mineral (p. 30), La cristalografía en el siglo XIX (p. 32), Química mineral, cristalografía y mineralogía sistemática en el siglo XIX (p. 39), Óptica mineral en el siglo XIX (p. 48), Los microscopios de polarización y su producción industrial (p. 56), Los fundamentos físicos de la óptica mineral (p. 59), Las aplicaciones petrográficas de la óptica mineral (p. 60), La mineralogía sistemática fuera de Europa Central en el siglo XIX (p. 64), La mineralogía en América anglosajona durante el siglo XIX (p. 71), La mineralogía en Latinoamérica (p. 74), Los rayos X y la cristalografía estructural avanzan en el siglo XX (p. 83), La mineralogía y la petrología experimentales también avanzan en el siglo XX (p. 91), La mineralogía y las nuevas Ciencias de la Tierra en el siglo XX (p. 102), La minerografía o microscopía de menas y su historia (p. 106), Mineralogía en el siglo XX: la Asociación Mineralógica Internacional (IMA) (p. 122), Los mineralogistas durante el siglo XX en América del Norte y Japón (p. 131), Los mineralogistas durante el siglo XX en Europa (p. 158).

Four key discoveries are identified in the development of mineralogical investigations. In crystallography, these are: 1) the law of Steno (1669) pertaining to the constancy of angles, and 2) the law of Haüy (1781) pertaining to the rationality of intercepts. In terms of chemical compositions, they are 3) the law of Dalton (1803) concerning multiple proportions, and 4) the law of Proust (1804) pertaining to definite proportions.

I am happy to see that Dr. Sureda defined a mineralogist broadly to include any scientist working on minerals, for example investigators of the mineralogy of ores (*menas*) and of rocks. In this way, the contributions of Waldemar Lindgren (1860–1939), Louis Caryl Gratton (1880–1970) and Maxwell Naylor Short (1889–1952) are duly recognized. In the same way, the contribution of Canada's gift to igneous petrology, Norman Levi Bowen (1887–1956), is profiled, as is the monumental contribution of Albert Johannsen (1871–1962) on the petrography of igneous rocks.

In my opinion, the visual presentation of the material could have been improved by opting for two columns, by introducing more breaks in overly long paragraphs, and by insisting on higher-resolution originals for the photos of minerals selected. On the positive side, one has to applaud the successful completion of this account of the development of our science from its very beginnings.

Robert F. Martin
McGill University
Montreal, Quebec H3A 2A7

