

# EL HIERRO METEÓRICO DE LA PUERTA DE ARAUCO

POR EL DOCTOR ENRIQUE HERRERO DUCLOUX

Profesor de Química analítica en las Universidades nacionales de La Plata y Buenos Aires

---

El hierro meteórico, cuya descripción y análisis químico motivan estas páginas, cayó en la Puerta de Arauco (provincia de la Rioja) en el camino del Carrizal á Tinogasta, á mediados del año 1904.

El incendio que al caer produjo en un pajonal, llamó la atención de unos arrieros que por el lugar pasaban; y como habían presenciado el meteoro acompañado de una luz vivísima y de un fuerte ruido, no tardaron en orientarse en el campo, recogiéndolo y transportándolo á Mazán, donde lo entregaron al ingeniero B. Daniel Babot. Este lo regaló al doctor Schmidt quien con un desinterés digno del mayor elogio lo donó al Museo de La Plata por intermedio del profesor Carlos Bruch, cuando este último realizó una expedición de estudio á la provincia de Catamarca en abril del corriente año.

*Descripción.* — El hierro meteórico de Puerta de Arauco tiene la forma de un tetraedro irregular, deformado por el choque que parece haberse efectuado sobre una de las aristas y contra rocas irregulares de gran tenacidad.

Es de color gris obscuro metálico en las partes lisas, y presenta en distintos puntos costras delgadas de color pardo que dan un polvo rojizo; además, en una de estas manchas de óxidos se ven laminillas de mica fuertemente adheridas.

Su superficie es bastante lisa en tres de las caras del supuesto tetraedro, presentando algunas cavidades junto á la superficie formada por el choque, y numerosas grietas poco profundas producidas sin duda por el golpe.

Mide en su eje mayor 9<sup>cm</sup>5, teniendo 6<sup>cm</sup>5 de ancho y 6<sup>cm</sup>5 también de altura.

Su peso es de 1533 gramos. Su densidad, relacionada al agua á 4°C.

fué determinada por la balanza hidrostática sobre la masa total del meteorito dando como resultado  $d = 7.650$ ; determinaciones hechas con el picnómetro sobre fragmentos de algunos gramos de peso dieron como valor de  $d = 7.671$ .

Este hierro meteórico cede fácilmente á la lima y es susceptible de adquirir un hermoso pulimento.

*Estructura.* — Para conocer la estructura de esta siderita, me serví de placas preparadas especialmente que se sometieren á la acción del ácido nítrico diluído, y también á la tintura de iodo, al agua de bromo y al sulfato cúprico en solución concentrada.



Fig. 1. — Sección paralela á 111

Los resultados del ataque con ácido nítrico fueron concluyentes: las superficies bruñidas dejaron ver un tejido compacto, fino y bastante homogéneo, formado por los haces paralelos de *kamacita* y de *taenita* perfectamente distintas, encerrando á la *plessita* en zonas cuadrangulares desiguales; presentando en unas, finas granulaciones y en otras, agregados de laminillas muy delgadas de *taenita*.

Distribuídas irregularmente se notaban algunas inclusiones ó condros redondeados de color bronce pálido que me hicieron sospechar de la existencia de *schreibersita* ( $\text{Fe}_4\text{Ni}_2\text{P}$ ) y de *troillita* [ $(\text{FeNi})_7\text{S}_8$ ] en este hierro meteórico.

Las figuras que acompañan á estas páginas, son reproducciones de

las fotografías que debo á la amabilidad del profesor Carlos Bruch y cuya riqueza de detalles hace inútil una descripción minuciosa.

En la figura 1 se ve representada una sección que obtuve sobre una de las caras del supuesto tetraedro, al cual refiero la forma de la siderita; los ángulos que forman entre sí las líneas de *kamacita* corresponden efectivamente á una sección paralela á la cara del tetraedro (111).

En la figura 2, la zona central limitada por *plessita*, que rellena las líneas de fractura, muestra las laminillas de *kamacita* cortándose á 90°, como si se tratase de una sección paralela á las caras del cubo (100).

En la figura 3, que como la anterior representa un aumento de cinco

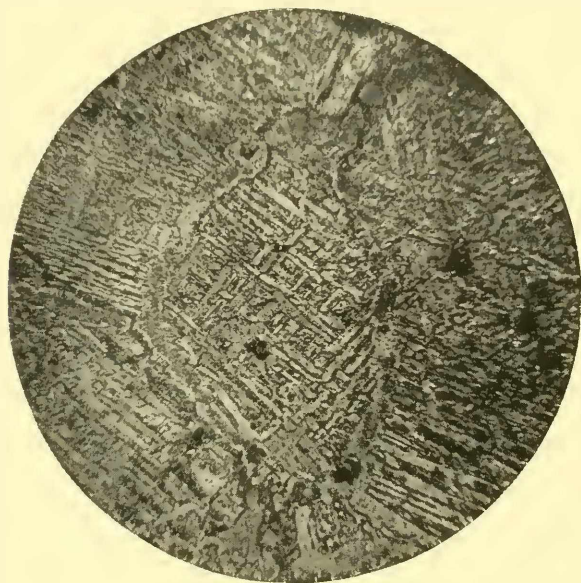


Fig. 2. — Sección paralela á 100

diámetros respecto del original, la parte central corresponde á una sección paralela á las caras del dodecaedro romboidal (110).

En la figura 4, pueden apreciarse mejor los detalles de estructura, aunque sólo se trata de un aumento de 10 diámetros. La parte representada comprende secciones diferentes separadas por líneas de fractura irregulares; los condros aparecen huecos, siendo su diámetro real de 0,4 á 0,8 milímetros; las zonas de *plessita* ó hierro de relleno, se presentan en la parte izquierda de la figura formando cuadriláteros de bastante extensión con granulaciones bien visibles en los mayores y con finas líneas de *taenita* en los menores.

Las líneas de fractura que miden 0,4 á 0,8 milímetros de ancho, demuestran claramente la profunda deformación de esta parte del meteorito

por la violencia de la caída, deformación que se ha visto favorecida por la alta temperatura de la masa en el momento del choque.

*Clasificación.* — Los datos obtenidos en el estudio de la estructura de este hierro meteórico me inducen á colocarlo en el tipo Caillitita de Stanilas Mennier <sup>1</sup>, décimoctavo término de la serie de tipos litológicos que este eminente geólogo admite para los hierros meteóricos ó sideritas. Aunque las dimensiones de las barras de *kamacita* y de *taenita* en la siderita de Puerta de Arauco, no son comparables á las que tienen los mismos elementos en el hierro meteórico de Caille. Ambos meteoritos son una mezcla de *kamacita*, *taenita* y *plessita*, con una densidad vecina de 7,5; en las figuras de Widmanstätten obtenidas con ácido nítrico diluído, los dos meteoritos muestran la *kamacita* en barritas regulares limitadas por laminillas de *taenita* y reunidas por *plessita*.

Dentro de la clasificación Rose-Tschermak-Brezina modificada por Cohen <sup>2</sup> la siderita de Puerta de Arauco debe colocarse en el grupo de las octaedritas, subgrupo de las *octaedritas brechadas* (Brecciated Octahedrites). Pertenecería sin duda al tipo de Prambanan entre las octaedritas normales finas por el espesor de las laminillas de *kamacita* (0.2 á 0.3 mm.), pero la figura 4 basta para demostrar con las distintas direcciones en que aparecen las líneas de *kamacita* y *taenita*, que esta siderita parece estar formada por individuos diferentes soldados entre sí; y aunque esta constitución no sea sino aparente, proviniendo esa divergencia observada de la dislocación y torsión producidas en la caída, creo justo aceptar la clasificación enunciada.

*Análisis químico.* — La separación y caracterización de las especies mineralógicas y de las aleaciones definidas que constituían este meteorito, me sirvió de introducción en el análisis químico.

La *kamacita* y la *taenita* no ofrecieron dificultad alguna, siguiendo el modo operatorio descrito por Fletcher <sup>3</sup> al estudiar el hierro meteórico de Río Senguerr hallado por el doctor Francisco P. Moreno. La troillita y la *schreibersita* fueron separadas y caracterizadas de acuerdo con los procedimientos ideados por Stanilas Mennier <sup>4</sup> siguiendo á este eminente especialista en la investigación del carbono, tan interesante de suyo, aunque con resultado negativo.

El ataque realizado, en frío, con ácido clorhídrico diluído (1:10) sobre un fragmento de la siderita, me proporcionó un residuo constituido por

<sup>1</sup> *Guide dans la collection de Météorites avec le catalogue des chutes représentées au Museum*, Paris, 1898.

<sup>2</sup> O. CUMMINGS FARRINGTON, *Analyses of Iron Meteorites compiled and classified*, Chicago, 1907.

<sup>3</sup> *Mineralogical Magazine*, vol. XII, número 56.

<sup>4</sup> *Chemical News*, vol. XIX, 1869.

selreibersita y por cristales microscópicos que fueron separados de aquella. En estos distinguí dos especies: unos opacos, de color gris obscuro, de lustre metálico muy fuerte y de forma octaédrica bastante perfecta; y otros transparentes, incoloros, de lustre vítreo y de formas irregulares, aunque parecen acercarse á las del sistema rómbico.

Los cristales opacos miden  $0^{\text{mm}}11$  á  $0^{\text{mm}}18$  de diámetro y no son magnéticos; los ácidos concentrados y el agua regia no tienen acción alguna sobre ellos; funden difícilmente á la temperatura del soplete de gas; el piro sulfato de potasio fundido los disgrega completamente, habiéndose caracterizado en el producto el hierro y el cromo por reacciones micro-

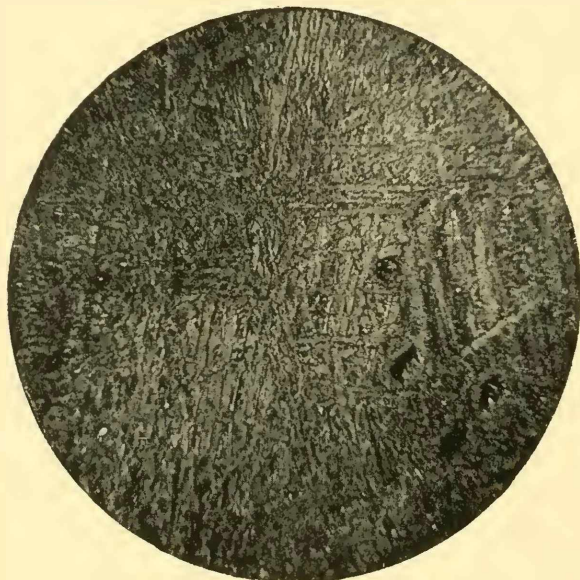


Fig. 3. — Sección paralela á 110

químicas, de donde deduje que se trataba de cristales de hierro cromado.

Los cristales transparentes ofrecieron mayores dificultades para su caracterización por las reacciones, en cierto modo contradictorias, que obtuve. Miden de  $0^{\text{mm}}09$  á  $0^{\text{mm}}19$  de diámetro, son insolubles en los ácidos concentrados y en agua regia; resisten bastante al ácido fluorhídrico; funden fácilmente algunos en la llama del soplete de gas mientras otros no funden á esta temperatura; y se colorean en amarillo y en rosa pálido por la acción prolongada del calor. El examen óptico que realicé de estos cristales con el profesor doctor Schiller nos llevó á clasificarlos como de olivina, opinión que compartió el doctor Percy D. Quesnel, después de una observación cuidadosa efectuada en el Museo.

La determinación cuantitativa de los elementos comunes que la siderita contenía se hizo sobre muestras dobles, para cada método ensayado

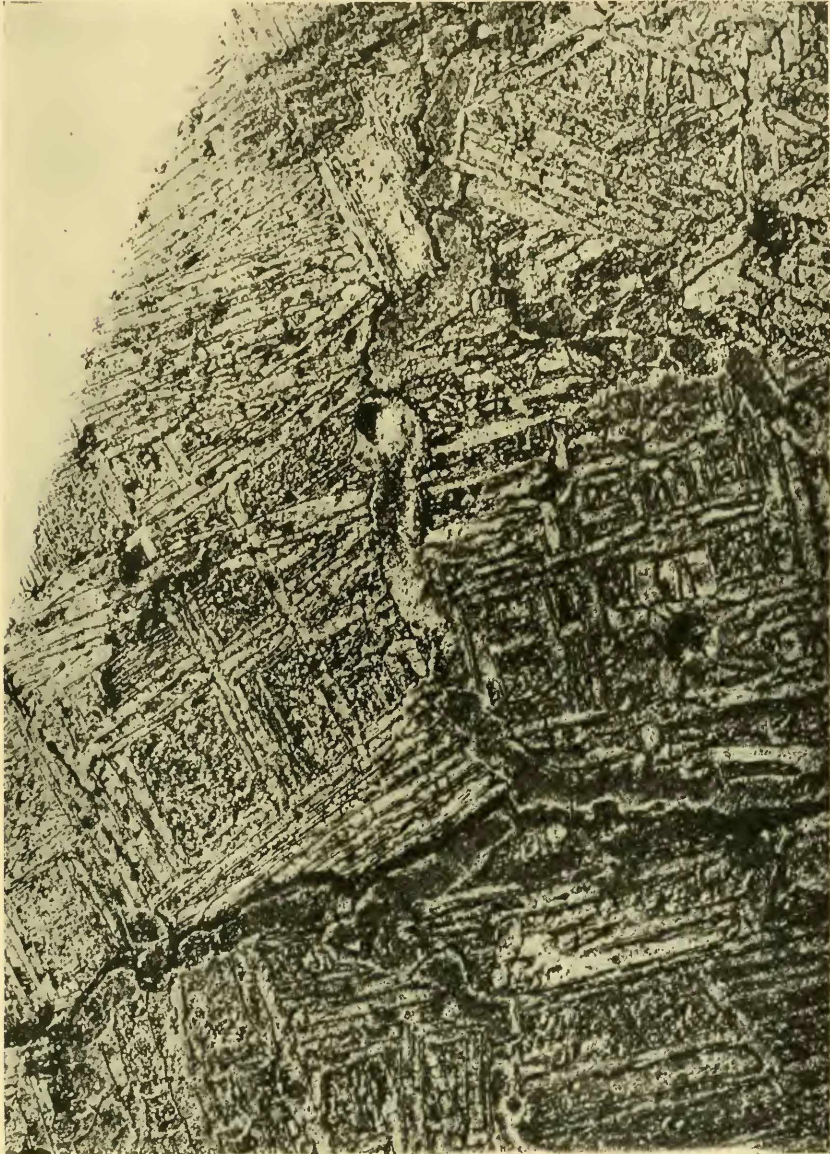


Fig. 4. — Secciones paralelas á distintas caras, separadas por líneas de fractura

y las cifras que figuran en este estudio representan las medias obtenidas en cada caso.

El hierro fué separado por precipitaciones sucesivas como acetato básico y finalmente como hidrato, correspondiendo la primera cifra á

la separación efectuada por cinco precipitaciones con amoníaco en presencia de cloruro amónico <sup>1</sup>.

El níquel y el cobalto fueron determinados al estado metálico y separados por el método de Fischer modificado <sup>2</sup>. El azufre se determinó por el método Eggertz <sup>3</sup> y para el fósforo seguí el procedimiento descrito por John S. Unger <sup>4</sup>.

Los resultados obtenidos pueden expresarse así:

Hierro Fe.....	91.869	93.035
Níquel Ni.....	6.609	5.995
Cobalto Co.....	0.404	0.335
Azufre S.....	0.131	0.143
Fósforo P.....	0.648	0.713
Res. insoluble $\left\{ \begin{array}{l} \text{FeCr}_2\text{O}_4 \\ \text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_8 \end{array} \right\}$ .....	0.010	0.037
	99.701	100.288

Por su porcentaje en hierro, níquel y cobalto se asemeja á la siderita « Albert Iron » que Farrington clasifica como octaedrita media y que C. U. Shepard estudió en 1876, atribuyéndole la composición siguiente:

Densidad.....	7.589
Fe.....	92.92
Ni.....	6.07
Co.....	0.54
P.Fe.Ni.....	0.56

Museo de La Plata, 1907.

<sup>1</sup> CARL FRIEDHEIM, *Précis d'analyse chimique quantitative*, 1906.

<sup>2</sup> R. FRESENIUS, *Traité d'analyse chimique quantitative*, 6<sup>e</sup> édition.

<sup>3</sup> J. POST, *Traité complet d'analyse chimique*.

<sup>4</sup> *Methods for the analysis of ores, pig iron and steel*.