

DATOS  
SOBRE LA  
PIEDRA METEÓRICA DE CACHARÍ

POR EL  
DR. ENRIQUE HERRERO DUCLOUX

---

La piedra meteórica objeto de este estudio fué presentada por mí, con una nota preliminar (1), en la Primera Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales celebrada en Tucumán en 1916, anunciando en esa ocasión que proseguía mis investigaciones sobre muestras tomadas en distintas regiones del meteorito y preveía ya la posibilidad de que las cifras apuntadas se modificasen, como resultado de los análisis ulteriores. Pasaron los años, las investigaciones se interrumpieron y los nuevos datos, corroborando mis sospechas, esperaban en mi archivo una ordenación conveniente, cuando el eminente profesor A. Lacroix (2) manifestó vivísimo interés por conocer la piedra meteórica de Cacharí, pues dentro del grupo de las Eucritas presentaba caracteres de mucho valor para explicar curiosos detalles de estructura y sumaba argumentos a la teoría propuesta por él para interpretar el origen de particularidades de este género de rocas, como las vénulas de material fundido diseminadas en la masa con formas, diámetros y longitudes diversas.

El interés demostrado por el eminente naturalista francés respecto del meteorito argentino motivó una correspondencia activa entre nosotros y me indujo a completar mis observaciones que hoy publico, agregando los datos que el sabio profesor resume en su notable estudio sobre la eucrita de Béréba y los meteoritos feldespáticos en general.

(1) E. HERRERO DUCLOUX, *Nota preliminar sobre la piedra meteórica de Cacharí (Prov. de Buenos Aires)*, en *Primera reunión nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales*, 559-560. Buenos Aires, 1918-1919.

(2) Carta particular de diciembre de 1925.

#### DATOS GENERALES

La piedra meteórica de Cacharí fué encontrada en el mes de mayo de 1916, por los señores Razetti y Urbina en un campo de este último, situado en las inmediaciones de la estación Cacharí (F. C. Sud) en el partido de Azul de la provincia de Buenos Aires.

No se conoce la fecha de su caída, habiendo sido descubierto por casualidad, a una profundidad de un metro y medio, mientras se excavaba un jagüel, en terreno flojo y completamente libre de tosca, razón por la cual llamó la atención del Señor Razetti, ilustrado jefe del ejército nacional, quien después de un ligero examen comprendió su origen extraterrestre y se apresuró a ponerlo en mis manos, con un desinterés digno de elogio.

Pesaba, al llegar al laboratorio, 23,560 gramos y solo faltaba un pequeño fragmento arrancado por el señor Razetti, pudiendo estimarse su peso primitivo en 24 kilogramos; la mayor parte de este meteorito se halla en las colecciones del Museo de La Plata.

En su aspecto de conjunto, es una masa poliédrica irregular, recordando una pirámide fusible de Seger deformada, achatada por el choque. Su superficie es muy heterogénea, lisa en unas partes, rugosa en otras, con huellas profundas de dedos y estrías engendradas por el aire durante su caída; se notan cavidades desiguales y es bien visible la costra de ablandamiento que en algunos puntos ha alcanzado a la vitrificación del material, con color negro en un borde, pardo en general y grisáceo a trechos.

Las grietas en la masa son profundas y las raicillas de las plantas han dejado sus huellas. Partido, siguiendo una de las grietas, la zona de fusión es muy visible, bajo la forma de una corteza dura, compacta, desigual en su espesor, llena de cavidades, parda oscura, mate y brillante a trechos.

La masa es heterogénea, compacta, granugienta, notándose dos zonas irregularmente repartidas, una parda y pardo amarillenta y otra blanca grisácea.

Su densidad media es 3,13

Las tres figuras primeras que ilustran este trabajo permiten apreciar los detalles que en la descripción sumaria anterior quedan indicados.

DATOS PETROGRAFICOS

Corresponden al profesor Lacroix (1) los datos petrográficos que a continuación presento y si agrego algunos más, es tan solo para interpretar las microfotografías que obtuve con luz natural sobre láminas delgadas de diferentes puntos de la roca y que sirven de ilustración en este estudio.

La fractura de esta roca es más clara que la de las otras eucritas; el feldespato es blanco de porcelana; el piróxeno amarillo predomina mucho sobre el pardo verdoso. El examen microscópico hace ver que, a la inversa de las eucritas estudiadas (Béréba, Jonzac, Juvinas), la trama ofítica es continua, aunque las deformaciones mecánicas se han desarrollado ampliamente, pero no llegan hasta la textura brechiforme; las recristalizaciones granulíticas del piróxeno son muy abundantes; los granos de este mineral se hallan moldeados, sea por playas de feldespato recristalizado con la apariencia del de las condritas, sea por vidrio resultante de su fusión; no se ve ni cuarzo ni tridymita.

La particularidad importante y especial de la eucrita de Cacharí es la existencia de venas que difieren de las que presenta el meteorito de Béréba; aquéllas están constituídas por vidrio; miden a trechos menos de 1 mm de espesor, pero presentan en ciertos puntos hinchamientos que alcanzan a 10 mm, con gruesas burbujas gaseosas que miden hasta 4 mm de diámetro. Este vidrio es negruzco, translúcido; sobre los bordes es amarillento y opaco. El examen microscópico hace ver que las vénulas estrechas son turbias y de estructura indistinta; las anchas son complejas y poseen una disposición simétrica; en el centro el vidrio es transparente, agrietado, amarillento, con pequeños glóbulos esféricos de pirrotina visibles al microscopio; la estructura del vidrio es fluidal y está desprovisto de recristalización; el índice de refracción  $N/a$  es de 1,612; la densidad es de 2,974 mientras que la del meteorito es de 3,130. Este vidrio resulta de la fusión total de la eucrita; encierra los restos de piróxeno en todas las fases de su fusión y nada de feldespato intacto. Cuando un gran cristal de piróxeno englobaba una lámina de plagioclasa, ésta ha sido transformada en un vidrio incoloro. Sobre los bordes de las venas se ve en primer lugar una

(1) A. LACROIX, *L'Eucrite de Béréba (Haute Volta) et les météorites feldspathiques en général* en *Archives du Museum d'Histoire Naturelle*. 6<sup>e</sup> serie I. Paris, 1926.

zona translúcida, rica en pequeñas granulaciones de piróxeno, después una zona turbia en la cual estos granos son más abundantes y están englobados por playas palmadas birrefringentes de feldespato.

Esta zona es adherente a la eucrita, cuyo piróxeno está transformado en agregados de granos muy pequeños; en cuanto a las grandes playas de plagioclasa, puede decirse que están en vías de fusión del lado de la vena y el vidrio resultante encierra muy pequeñas inclusiones piroxénicas.

Se ve por esta breve exposición que a la inversa de las otras eucritas, y como en la shergottita (de Shergotty), el feldespato ha fundido antes que el piróxeno, lo que se explica puesto que es más magnésico y menos ferrífero que el de las eucritas del tipo Béréba — Juvinas; pero parece que hubiese menos diferencia entre el punto de fusión de los dos minerales que en la shergottita (lo que queda explicado si se examinan los datos analíticos que figuran en el capítulo siguiente y que acercan la eucrita de Cacharí a la de Juvinas, alejándola de las eucritas andesíticas (labradóricas), al rectificarse el análisis de mi nota preliminar antecitada).

Los diversos estados de la plagioclasa, intermediarios entre la integridad completa y la fusión total, dan una demostración irrefutable del origen de la maskelynita como producto de fusión de un feldespato. Esta observación legitima la opinión que Lacroix formulara anteriormente, esto es, que no hay una maskelynita, sino diferentes maskelynitas formadas a expensas de los diversos tipos de plagioclasas; aquí, se trata de una maskelynita de bytownita. Se vé, en distintos puntos, en el vidrio amarillento muy refringente, algunos islotes, estrías de este vidrio incoloro de refringencia menor, que representan el emplazamiento de antiguas playas feldespáticas.

No es dudoso que esas venas vítreas no se hayan formado en el lugar por fusión de los labios de las grietas del meteorito.

La relación existente entre la producción de las vénulas negras fundidas de este meteorito y del de Béréba y los fenómenos cataclásticos no podría ponerse en duda; es pues lógico pensar que unos y otros son debidos a la misma causa, de origen dinámico. Esta conclusión puede apoyarse en investigaciones efectuadas desde hace algunos años, en las regiones terrestres cuyas rocas han sufrido aplastamientos potentes bajo la influencia de acciones tectónicas, como sucede en el macizo de Vredefort (Transvaal y Orange) estudiado por Shand, Hall

y Molengraaff y en las islas Barra (Hébridas) estudiadas por Jéhu y Craig (1).

De su estudio el profesor Lacroix saca en conclusión que hay identidad de caracteres entre el fenómeno terrestre y el observado en los meteoritos como el de Béréba y el de Cacharí. En las dos casos, no se puede escapar a la hipótesis de una fusión en el lugar mismo, debida a la exageración local de las acciones mecánicas, consecuencia del aplastamiento. Pero esto es una interpretación y no una prueba: ésta la proporciona una observación reciente de Bowen y Arousseau, que demuestra como acciones mecánicas pueden bastar para determinar una elevación de temperatura suficiente para fundir una roca silicatada; mientras se realizaba un sondage buscando petróleo en California, a través de una arkosa eocena, la extremidad de la sonda operando por rotación, a la profundidad de 1425 m, con una velocidad de 25 vueltas por minuto, bajo una presión de 20 toneladas, se ablandó y la materia pétreo que llenaba el trépano, se transformó por fusión en una escoria negra, vidrio lleno de burbujas que encierra los restos de los minerales del sedimento. La temperatura parece haber alcanzado a 1150° C.

Admitiendo esta conclusión, cabe preguntar en el caso de los meteoritos donde se ha producido el fenómeno y solo pueden emitirse hipótesis. Se ha establecido que las vénulas han sido engendradas antes que la costra y, por otra parte, es indudable que ésta se ha formado en el corto trayecto del meteorito a través de la atmósfera terrestre; es pues verosímil que estas vénulas no hayan nacido durante ese trayecto. Además, no parece indispensable hacer intervenir alguna circunstancia especial ocurrida durante el viaje del meteorito a través de los espacios siderales, como por ejemplo un choque con otro cuerpo celeste. Quizá sería más simple pensar en una acción, en cierto modo orogénica, efectuada en el astro o los astros, de donde provienen estos materiales pétreos y con anterioridad a su liberación en el espacio.

#### DATOS QUIMICOS

Como lo preveía en mi nota preliminar, los resultados analíticos que he obtenido sobre muestras medias, formadas con fragmentos de las

(1) A. LACROIX, *Les veinules fondues des météorites, leur analogie avec les "pseudotachylites" des régions terrestres écrasées.* en *C. Rendus*, CLXXXII, n° 26. Paris 1926.

zonas distintamente coloreadas del meteorito, presentan diferencias con las cifras del examen sumario practicado en 1916; y estos datos nuevos más completos y mejor fundados adquieren mayor importancia, si se tiene en cuenta que permiten dar a la eucrita de Cacharí una posición más segura dentro de la clasificación propuesta por Lacroix para las eucritas conocidas hasta la fecha.

Con la coloración no varían sino las proporciones de hierro ferroso y férrico, conservándose la concordancia en todos los demás datos y he agregado una columna para las cifras medias, pues ella ha servido de base al cálculo mineralógico.

He aquí los resultados de los análisis practicados por mí. Primero un análisis fraccionado de la zona blanca o blanco grisácea que es la dominante, para orientarnos en cuanto al estado de combinación de los elementos por su mayor o menor resistencia a la acción disgregante de los ácidos minerales:

ANALISIS FRACCIONADO

a) *Fracción soluble en HCl 39.090.*

SiO <sub>2</sub>	17.705
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.650
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	V
FeO	1.440
MnO	0.321
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0
NiO	V
CoO	0
TiO <sub>2</sub> .	V
CaO	5.802
MgO	1.131
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.055
CO <sub>2</sub>	0.060
S	V



Fig. 1. -- Meteorito de Cachari mostrando una cara bastante plana muy modificada por el aire durante la caída.



Fig. 2. -- Cara bastante plana con grietas profundas producidas por el choque muy probablemente.





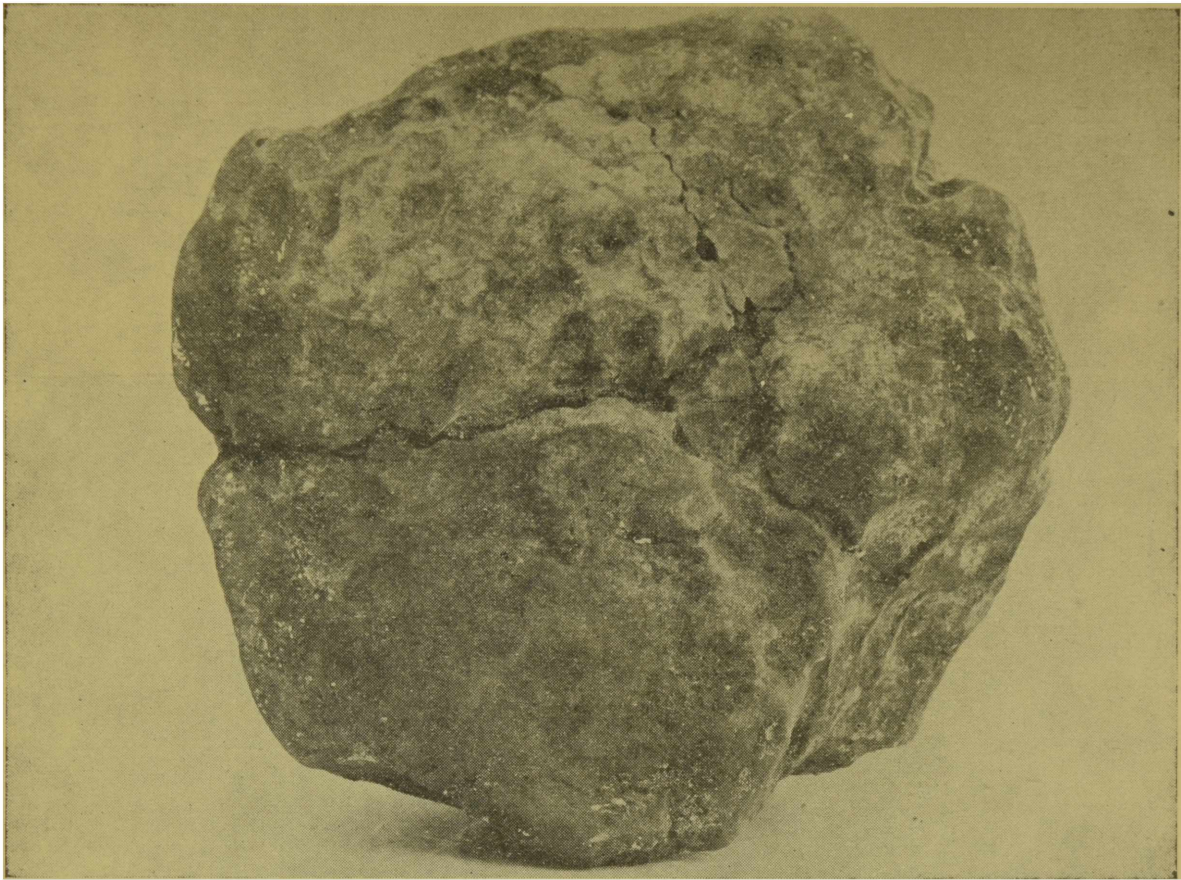


Fig. 3. — Cara poligonal irregular é imperfecta. base hipotética del poliedro, donde aparecen las grietas de la masa producidas por el choque.

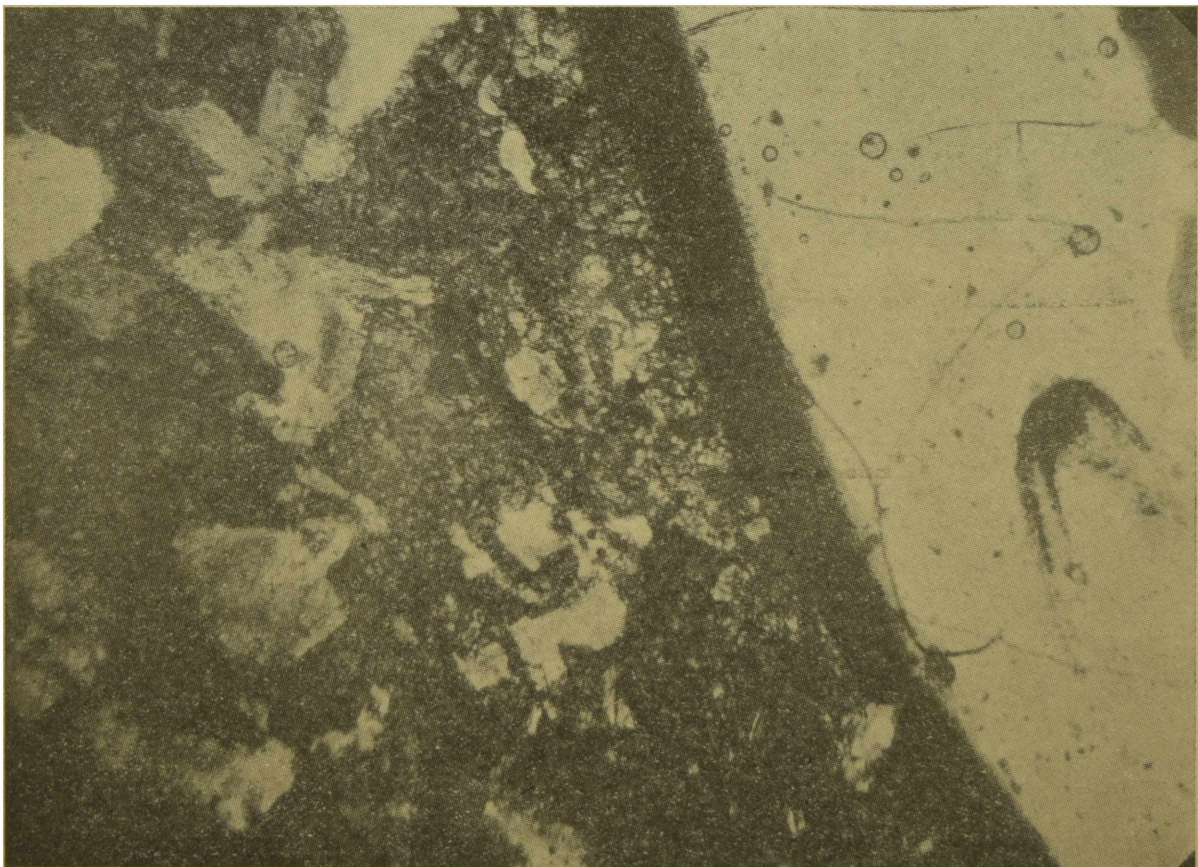


Fig. 4. — Región límite de una vena vítrea: en el vidrio agrietado se ven las burbujas gaseosas esféricas y los residuos cristalinos; el borde del vidrio aparece opaco y al otro lado el material pétreo se presenta como aglomerado semifundido, confuso; más lejos se ve el feldespato y el piróxeno inalterados.



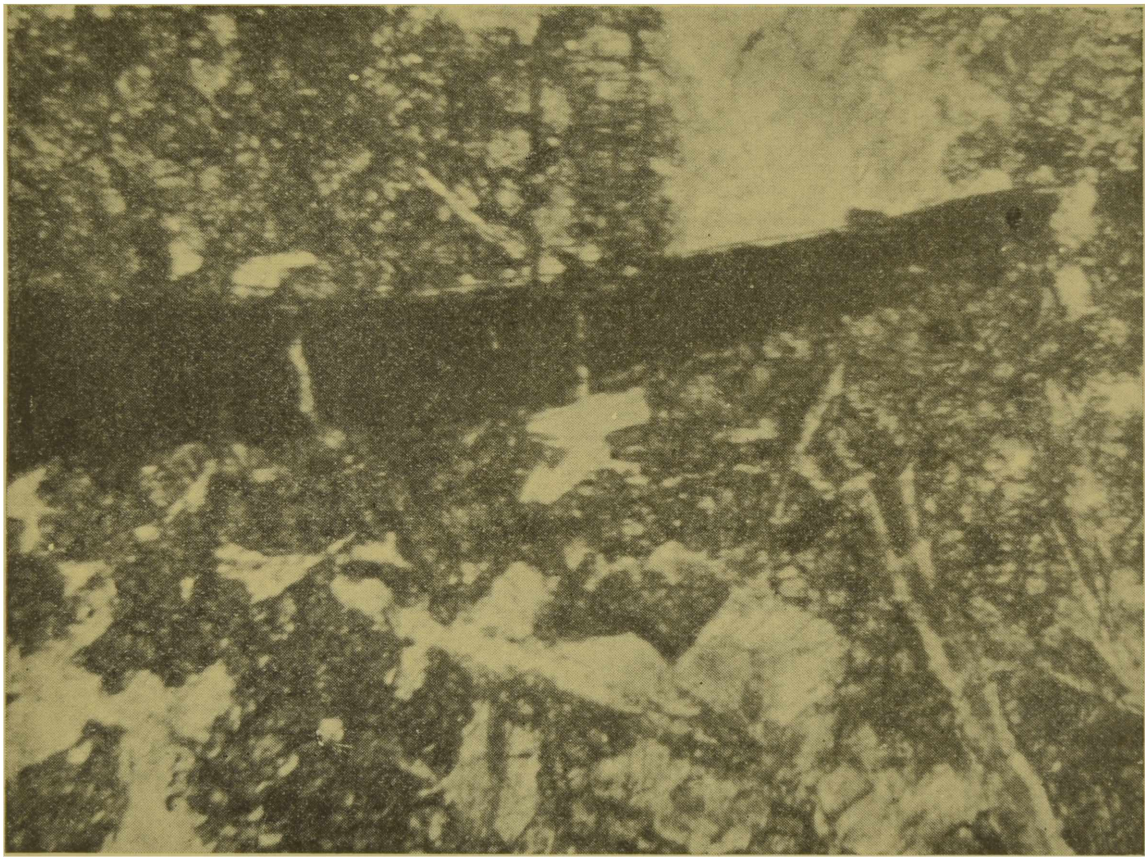
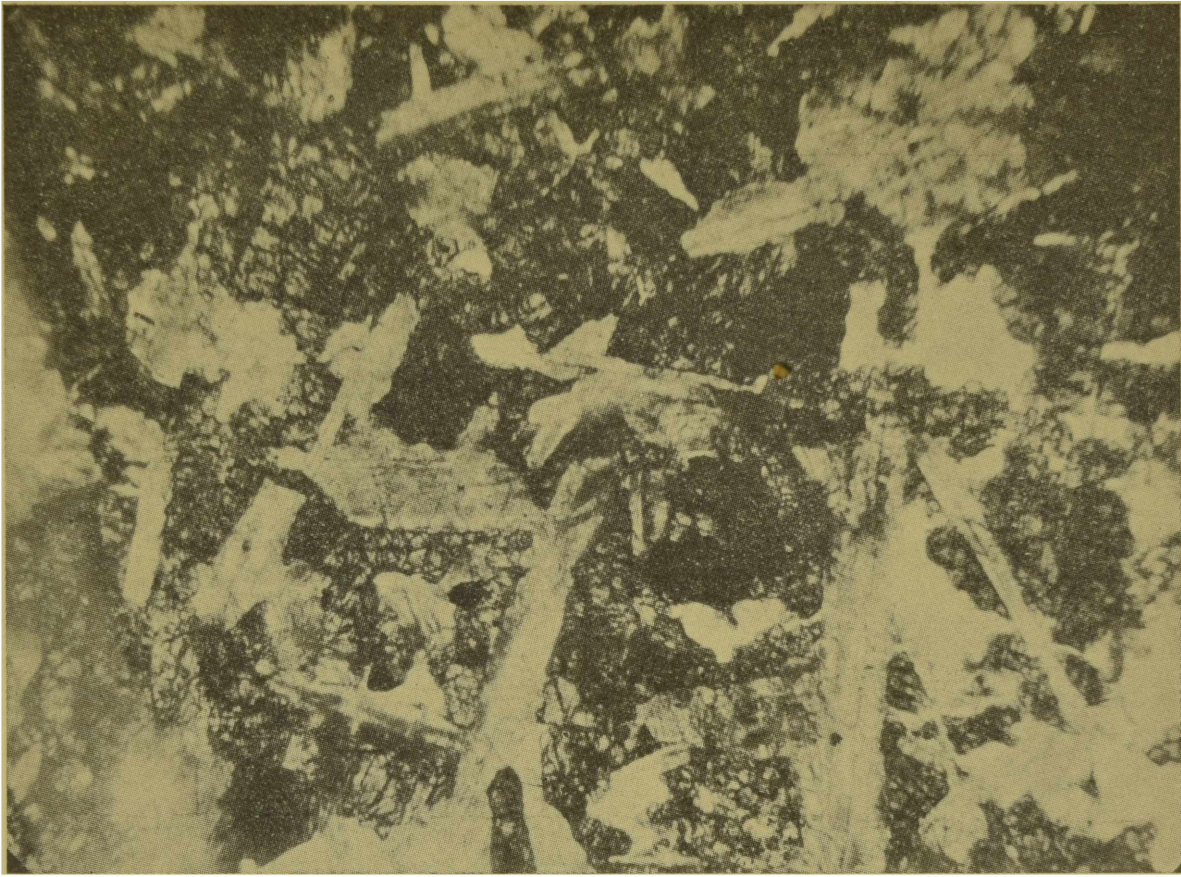
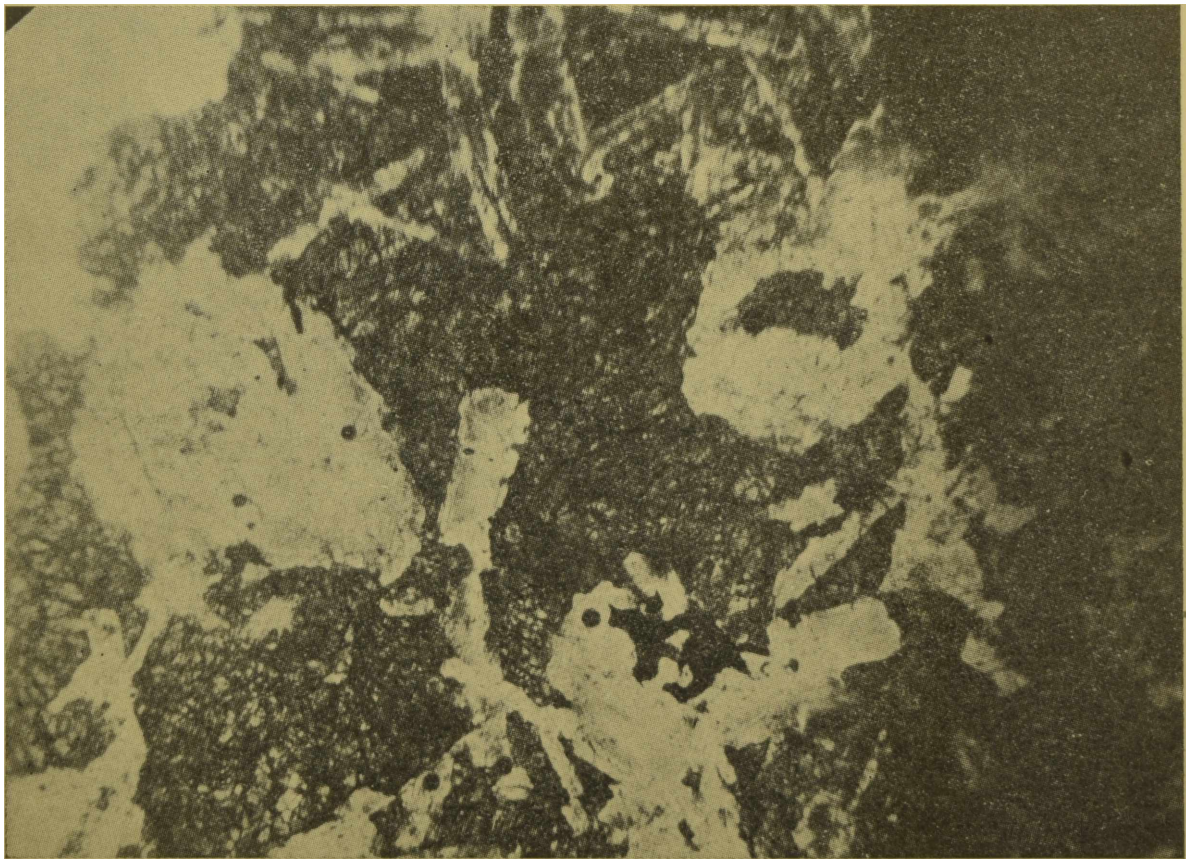


Fig. 5. — Región de una vénula negra con diámetro variable; la estructura general es ofítica normal; abunda el piróxeno granulítico; abajo á la derecha se ven vénulas imperfectas, más pequeñas que la principal.





**Fig. 6.** — Estructura ofítica normal. Los cristales de anortita aparecen sin modificación alguna; el piróxeno muestra una recristalización granulítica casi en su totalidad.



**Fig. 7.** — Igual estructura. Se ven grandes playas de piróxeno inalterado y en algunos cristales de plagioclasa hay signos de corrosión é inclusiones de cromita y magnetita.



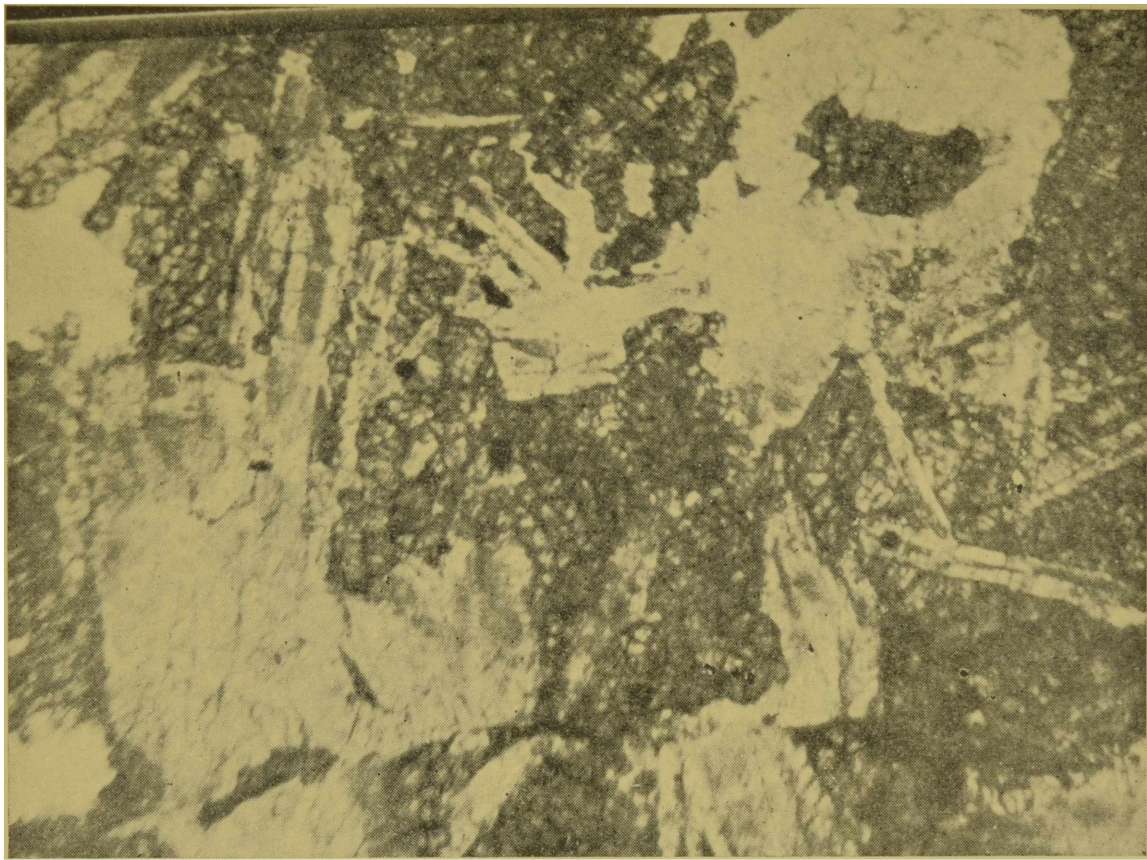


Fig. 8. — Región vecina de la anterior con igual estructura.

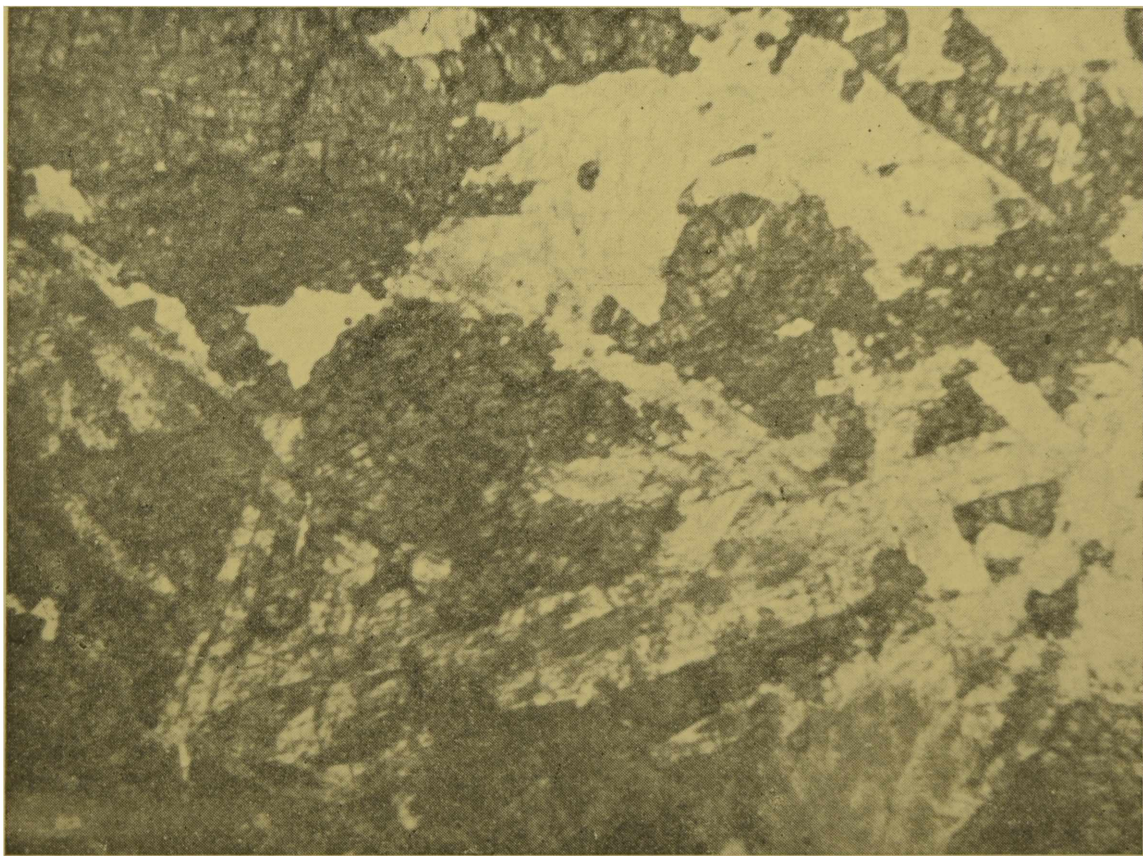


Fig. 9. — Estructura ofítica normal, dominando elementos sin alteración alguna; la plagioclasa presenta curiosas maclas en la región derecha abajo de la figura.





b) *Fracción insoluble en HCl 60.910*

SiO <sub>2</sub>	30.970
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.960
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	v
FeO	18.486
MnO	0,420
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.065
(Ni, Co) O	0
TiO <sub>2</sub> .	0.078
CaO	3.102
MgO	5.680
K <sub>2</sub> O	0,132
Na <sub>2</sub> O	0.903
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0

Y después los dos análisis de las zonas distintas con la columna de cifras medias:

*Composición total:*

	Zona blanca	Zona parda	Promedio
Pérdida al rojo	0.195	0.188	0.196
SiO <sub>2</sub>	48.580	48.370	48.475
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.010	13.880	13.945
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	v	0.475	0.237
FeO	19.926	19.680	19.803
MnO	0.744	0.822	0.783
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.065	0.058	0.062
NiO	v	v	v
CoO	0	0	0
TiO <sub>2</sub> .	0.078	0.065	0.072
CaO	8.904	8.330	8.617
MgO	6.700	6.980	6.840
K <sub>2</sub> O	0.132	0.121	0.127
Na <sub>2</sub> O	0.982	0.857	0.919
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.055	0.062	0.058
SO <sub>3</sub>	0.060	0.052	0.056
S	v	v	v



Fórmula	Peso molecular	Especie		
K <sub>2</sub> O,	556	Ortoclasa	0.556	} Sal 41.776
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 6 SiO <sub>2</sub>	X	1		
Na <sub>2</sub> O,	524	Albita	7.860	} F 41.776
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 6 SiO <sub>2</sub>	X	15		
CaO,	278	Anortita	33.360	}
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 2 SiO <sub>2</sub>	X	120		
CaO,	116	} Diópsido	7.552	}
SiO <sub>2</sub>	X			
FeO,	132	}	}	}
SiO <sub>2</sub>	X			
MgO,	100	} Hypersteno	47.272	} P 54.824
SiO <sub>2</sub>	X			
FeO,	132	}	}	} P + O
SiO <sub>2</sub>	X			
MgO,	100	}	}	} 57.328
SiO <sub>2</sub>	X			
2 FeO,	102	} Olivina	2.504	} O 2.504
SiO <sub>2</sub>	X			
2 MgO,	70	}	}	}
SiO <sub>2</sub>	X			
FeO,	232	Magnetita	0.348	} Fem 58.041
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	X	1,5		
FeO,	152	Ilmenita	0.152	} M 0.589
TiO <sub>2</sub>	X	1		
FeO,	224	Cromita	0.089	}
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	X	0,4		
3 CaO,	310	Apatita	0,124	} A 0.124
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	X	0,4		
FeS	88	Troilita	v	

Clase III	Subclase	Rango I	Orden 5	Tipo: Juwinosa (1)
<i>Salfemic</i>	<i>Perquarfelic</i>	<i>Percalcic</i>	<i>Perfelic</i>	
Sal < $\frac{5}{3}$ >	QFL > $\frac{7}{1}$	$\frac{K_2ONa_2O}{CaO}$ < $\frac{1}{7}$	$\frac{QL}{F}$ < $\frac{1}{7}$	
Fem < $\frac{3}{5}$ >	CZ > $\frac{1}{1}$			

(1) OLIVER CUMMINGS FARRINGTON, *Analyse of Stone Meteorites*, en *Publicación 151 del Field Museum of Natural History*, III, n° 9. Chicago 1911.

El parentesco estrecho de la eucrita de Cacharí con la de Juvinas, si se excluye la riqueza de ésta en troilita que la muestra solo contiene en cantidad no evaluable, es evidente si se comparan las cifras de nuestros análisis con las obtenidas por Rammelsberg (1) para aquel meteorito:

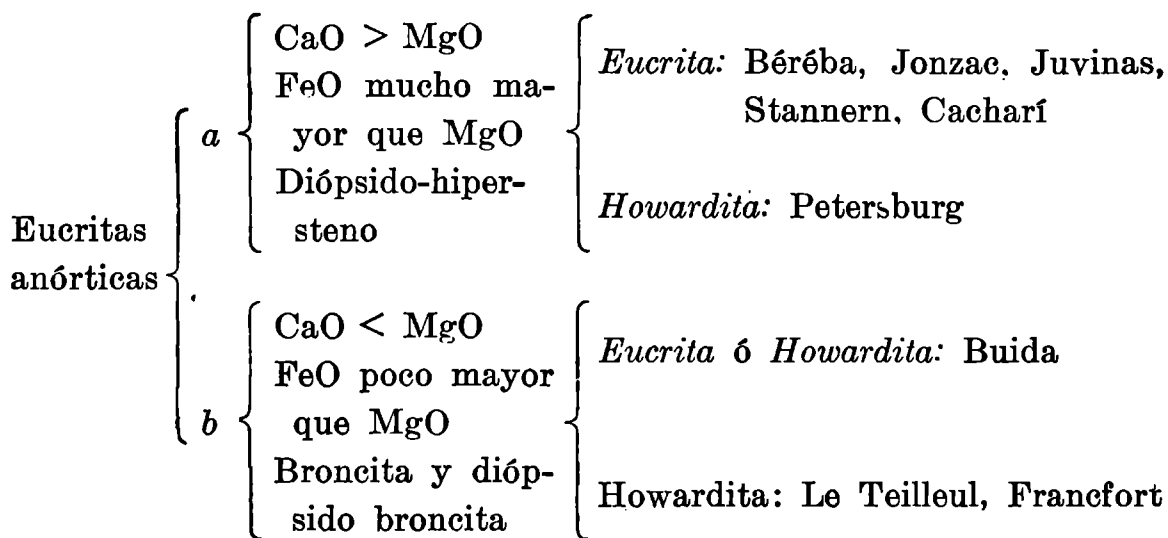
SiO <sub>2</sub>	49.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.21
FeO	20.33
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24
TiO <sub>2</sub>	0.10
CaO	10,23
MgO	6.44
K <sub>2</sub> O	0.12
Na <sub>2</sub> O	0.63
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.28
Fe	0.16
S	0.09

y si reunimos en un cuadro todas las eucritas conocidas, la nuestra podrá ser clasificada sin dificultad alguna:

(1) O. RAMMELSBURG, *Ann. Phys. Chem.* LXXVII, 585-590. 1848.

<i>Datos</i>	<i>Béréba</i> (1) (Raoult)	<i>Juvinas</i> (Raoult)	<i>Peramiho</i> (Berwertt)	<i>Jonzac</i> (Raoult)	<i>Stannern</i> (Rammelsberg)	<i>Cacharí</i> (E. H. D.)
SiO <sub>2</sub>	48,48	49,02	49,32	48,32	48,30	48,47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,25	13,39	11,24	12,73	12,65	13,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,30	0,44	—	0,19	—	0,23
FeO	18,49	17,16	20,65	17,59	19,49	19,80
MgO	6,50	6,80	7,15	7,42	6,87	6,84
CaO	11,22	10,72	10,84	10,48	11,27	8,61
Na <sub>2</sub> O	0,15	0,40	0,40	0,91	0,62	0,91
K <sub>2</sub> O	0,22	0,17	0,25	0,22	0,23	0,12
TiO <sub>2</sub>	0,60	0,58	0,42	0,52	—	0,07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,17	—	0,16	—	0,06
H <sub>2</sub> O (+)	0,15	0,14	—	0,35	—	0,19
H <sub>2</sub> O (—)	0,18	0,30	—	0,05	—	—
MnO	0,25	0,21	—	0,28	0,81	0,78
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,88	0,31	—	0,33	0,37	0,06
Fez.	0,36	0,17	—	0,19	—	—
Sz . . . .	0,21	0,10	—	0,11	—	V

En efecto, correspondería a la eucrita de Cacharí un lugar entre las verdaderas del grupo a de las eucritas anórticas, así:



(1) A, LACROIX, *Sur une chute de météorite*, en *Bulletin du Comité d'Etudes Historiques et Scientifiques*. Paris, 1925.

..

.