

MINERALOGIA



FIERROS METEORICOS DE MEXICO,

POR EL SR. D. IGNACIO CORNEJO, SOCIO DE NUMERO

Bajo el nombre de fierros meteóricos, se han designado las grandes masas de fierro y nikel encontradas en varios puntos de la tierra, y por caer de la atmósfera se les ha dado el nombre con que se conocen. Considerados mineralógicamente, se dividen en dos variedades perfectamente caracterizadas: el fierro meteórico celuloso y en masa: la primera variedad tiene impresiones en todos sentidos, presentando celdillas llenas de una sustancia vítrea ama-

rillante y trasparente, bastante análoga al olivino y soluble en los ácidos. La segunda variedad no tiene celdillas, se asemeja al fierro forjado, y presenta indicios de cristalización; al romperse, se obtienen fragmentos que indican el crucero, y por el cual se llega á descubrir el sistema cristalino de este mineral.

El origen del fierro meteórico aun no está perfectamente conocido: hipótesis más ó menos ingeniosas se han inventado para explicar su presencia en la superficie de nuestro planeta. En el terreno de las suposiciones, cualquiera explicacion convence y satisface; pero al llegar á la práctica, comienzan las objeciones y dificultades, y es absolutamente necesario buscar otra solución al problema que se trata de resolver. Ni más ni ménos ha sucedido con las teorías sobre el origen del fierro meteórico.

Al principio, cuando se comenzó á dar crédito á las muchas tradiciones que referian la caída de piedras meteóricas conteniendo dicho metal, se creyo serian arrojadas por los volcanes terrestres: la química, compañera inseparable de todas las ciencias de observacion, puso fuera de combate la teoría volcánica, dando á conocer la composicion de las lavas terrestres absolutamente diversa de la de los fierros meteóricos.

Desde el siglo XVII los astrónomos y los geómetras se empeñaron en buscar el origen de los aerólitos en los volcanes de la luna, y como tomaron parte en estas investigaciones sabios de primer orden, la teoría tuvo muchos partidarios. Desde 1660 Terzagó¹ emitió la opinion que dió lugar á la teoría anterior, y Laplace, Poisson Biot y Olbers se ocuparon de verificar lo que habia dicho Terzagó. Al tratar Arago esta hipótesis dice que se puede admitir como posible; mas Olbers, fundándose en la prodigiosa velocidad que traerian los cuerpos arrojados por la luna, no la admite.

Despues de haber buscado la causa productora de los fierros meteóricos, en la tierra y en la luna, varios fisicos pensaron que podrian formarse por condensacion en la atmósfera que nos rodea. Para apoyar su opinion, decian que la cantidad de metales en estado de vapor que se escapa de la superficie de la tierra es inmensa, pues solo de los establecimientos metalúrgicos de Clauthal se elevan anualmente mas de diez millones de kilogramos de vapores compuestos de agua, plomo, fierro, zinc, azufre, antimonio, arsénico, etc.; agregan que varios de estos metales han sido encontrados en la agua de lluvia analizada por Brandes y Zimmermann.

No contentos muchos sabios con las teorías anteriores, creyeron que los cuerpos que dan origen á los meteoros igneos se hallan esparcidos en el es-

¹ Arago. *Astronomie populaire*.—Paris, 1857, tomo IV, pág. 218.

pacio, y la tierra los atrae en virtud de su mayor masa. Esta hipótesis fué sostenida por Halley Wallis Bergmam, y especialmente por Chladni, quien supuso que eran masas cósmicas independientes de cualquier astro ó restos de algun antiguo planeta. La primera suposición de Chladni ha sido la mas admitida por la mayoría de los astrónomos y físicos, llegando á tener en nuestros dias bastante verosimilitud. Los trabajos modernos han venido á confirmar la suposición de Chladni, pero reformada y con los atavíos que el adelanto de las ciencias han proporcionado en estos últimos años á todos los ramos del saber humano. El 11 de Febrero de 1867, Mr. Le Verrier, director del Observatorio astronómico de Paris, presentó á la Academia de ciencias de aquella capital, una Memoria sobre el origen de las estrellas errantes; y como a los fierros meteóricos se les asigna la misma causa, me ha parecido conveniente refundir en pocas líneas la teoría de Mr. Le Verrier. Despues de fundarla en lógicos raciocinios y elevados cálculos, concluye diciendo: «Que existen á distancias enormes del sol infinidad de cuerpos cuya existencia se ignoraba; pero que cayendo en un momento dado en la esfera de atracción de un planeta poderoso, pueden ser arrojados en la órbita de dicho planeta.»¹

Tales son, en resúmen, las distintas hipótesis que sobre el origen del fierro meteórico han llegado á mi conocimiento. Paso á ocuparme de las pocas noticias históricas que he podido recoger sobre los encontrados en el territorio mexicano.

Los Estados en donde se ha encontrado fierro meteórico han sido: Oaxaca, México, San Luis Potosí, Nuevo-Leon, Coahuila, Zacatecas, Durango, Chihuahua y Sonora. De Oaxaca se conocen dos: el llamado de Yanhuitlan y el de la Mixteca: en el Estado de México se han recogido tres, conocidos con los nombres de Xiquipilco, Ocotitlan y Toluca: tambien se cita el de Ixtlahuaca, en el mismo Estado. En San Luis Potosí existió el de Charcas: en Coahuila se dice de uno recogido en Santa Rosa: en Nuevo-Leon cayó una gran masa en la hacienda de Potosí. En la ciudad de Zacatecas existia una masa de fierro meteórico hasta el año de 1860, no sé si correria la misma suerte que el de Charcas, el que se halla hoy en Paris. De Durango se citan tres: cuatro en Chihuahua y dos en Sonora, en el presidio del Tucson.²

El fierro de Yanhuitlan tomó su nombre del pueblo donde fué encontrado, y las noticias que de él se tienen se hallan en el periódico intitulado el *Mosai-co Mexicano*, impreso en México en 1840: en el tomo III, pág. 219 se lee lo siguiente: «El pueblo de Yanhuitlan está situado en la Mixteca Alta, á

¹ L'Année Scientifique... par Louis Figuier. Paris, 1868, pág. 47.

² Actualmente pertenece esta localidad á los Estados-Unidos.

cuatro leguas de Teposcolula, como á $17^{\circ} 29'$ de latitud boreal y $1^{\circ} 47'$ de longitud oriental de México, sobre una elevacion de 7,000 piés ingleses respecto del nivel del mar. En el territorio de dicho pueblo hay un cerro que en idioma mixteco es llamado *Deque-Yucunino*, á cuyo pié, segun las relaciones de los mas antiguos vecinos, encontraron unos labradores al estar cultivando la tierra, una extraordinaria piedra, cuya rareza llamó su atencion, y la condujeron en un carro hasta su pueblo; pero incapaces de conocer su origen y su valor, la dejaron abandonada en una esquina, donde permaneció mucho tiempo. Su forma y su dureza estimularon al cerrajero Vicente Hernandez á llevarla á su oficina para que le sirviera de yunque, y en efecto trabajó en ella algunos años muy léjos de imaginar que semejante utensilio hubiera sido fabricado en los cielos.» Ademas de esto se agrega en la propia relacion que en 1825 fué reconocido el aerólito por el Sr. Aristides Franklin Morney, viajero inglés, quien lo analizó encontrando fierro, nikel y siliza, sin indicar las proporciones. Por la misma relacion consta haber sido sacado de Yanhuitlan por los años de 1826 á 30, con objeto de conducirlo al Museo de Oaxaca; pero su excesivo peso hizo que se dejase tirado en el camino. Parece que en 1864 la autoridad politica de Oaxaca lo remitió á esta capital para presentarlo al gefe del gobierno establecido entónces, quien dispuso se colocara en el Museo Nacional, donde hoy existe. Como veremos adelante, este fierro fué estudiado por los Sres. D. Leopoldo Rio de la Loza y D. Antonio del Castillo.

De los fierros de la Mixteca, Xiquipilco, Ocotitlan, Toluca é Ixtlahuaca, poco ó nada se conoce de su historia: del primero solo sé que fué llevado á Europa por el Sr. Burkart; el de Xiquipilco, fué conocido por nuestro compatriota el infatigable Alzate, que en 1776 visitó este pueblo como se ve por la siguiente relacion que copio textualmente:¹ «*Xiquipilco*.—En este pueblo, de la jurisdiccion de Ixtlahuaca, al Norte de Toluca, se encuentra el fierro vírgen ó nativo, tan puro, que sin otra preparacion que caldearlo, se labra cualquiera pieza, como lo tengo verificado en dos viajes emprendidos con el fin de registrar si se hallaban vetas de este mineral que serian de infinita utilidad; pero mi observacion solo verificó que se encuentra en moles de varias figuras y tamaños, esparcidas por los campos, y los indios lo solicitan cuando las primeras lluvias lavan la tierra: á la vista parecen piedras, porque el hierro está cubierto de una capa de ocre ó tierra marcial....» De los de Ocotitlan, Toluca é Ixtlahuaca, sé unicamente que fueron llevados á Europa, el segundo por el Sr. Humboldt; el de Ixtlahuaca nada mas lo he visto citado por el Sr. D. Miguel Velazquez de Leon.

1 Gaceta de 1784, páginas 201 y 202.

De los de Charcas, hacienda de Potosí, Santa Rosa, Zacatecas y Durango, se tienen muy pocos datos: del primero tuvo noticia Alzate como se puede ver en el tomo II de sus Gacetas de Literatura, páginas 380 y 381 de la edición de Puebla; después fué visto por el mineralogista alemán D. Federico Sonneschmid, según el barón de Humboldt. Este hermoso ejemplar se hallaba en uno de los ángulos de la iglesia de Charcas hasta la llegada de los franceses, quienes lo hicieron trasportar á Europa, estando colocado en el gabinete de Geología del Museo de Paris, desde Marzo de 1867. El de la hacienda de Potosí, únicamente lo cita el Sr. del Río en sus Elementos de Mineralogía, sin entrar en detalles. Del de Santa Rosa no he encontrado ningún dato histórico, sino su caída en 1850. El de Zacatecas fué dado á conocer en 1792 en una carta anónima publicada en la Gaceta de aquel año, pág. 59; pero con tantos errores, que el padre Alzate, creyendo autor de la citada carta al Sr. Sonneschmid, la atacó fuertemente, dando origen la discusión á que Sonneschmid publicara la descripción del meteorito. Al hablar del fierro meteorítico de Durango tengo que hacer algunas rectificaciones: el Sr. D. José Fernando Ramirez, en la descripción del cerro Mercado, publicada en 1843, asienta que el barón de Humboldt se equivocó creyendo que dicho cerro era un aerólito, y que las muestras que el Sr. del Huiar dió á Humboldt como de Durango, tal vez serían del fierro de Zacatecas. Lo primero es exacto: el Sr. Humboldt se equivocó; pero las muestras pueden muy bien haber sido, como cree D. Federico Weidner, ¹ de las masas que vió en el referido Estado. Además de las razones que da el Sr. Weidner, se verá que las análisis de los fierros de Zacatecas y Durango son muy diversas. Por estas consideraciones me parece fuera de duda la existencia del fierro meteorítico en Durango. Además de los fierros citados por el Sr. Weidner, se conoce el de San Francisco del Mezquital, en la misma localidad.

Réstame decir algo de los fierros de Chihuahua y Sonora: del primer Estado se conocen cuatro: el primero recogido por el Sr. D. José Salazar Ilarregui entre Cuchillo Parado y Presidio del Príncipe: según dicho señor, era atractorio, es decir, atraía uno de los polos de la aguja, y repelia el otro: en el lugar donde fué encontrado abundaban masas de menores dimensiones que el ejemplar del Sr. Salazar: esta circunstancia indica que este fierro, como el de Xiquipilco, fué producido por una gran masa que se fraccionó al caer. El segundo existe en la hacienda de la Concepción, del Sr. D. Juan Urquidi, 108 millas al Sur de la ciudad de Chihuahua; y los otros dos, según el Sr. D. Eligio Muñoz, uno en la hacienda de San Gregorio, entre el Valle y el Parral, y el otro en un punto del desierto llamado Chupaderas, al Oriente de Jimenez.

¹ Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, tomo IV, pág. 61.

En Sonora se tiene noticia de la caída de muchos meteoros; pero como veremos despues, hasta 1865 se habian encontrado dos ejemplares en el Tucson. El primero que se recogió fué descubierto por los misioneros jesuitas, aunque no se sabe el año; despues, en 1735, el Gran Capitan de las provincias del Occidente, D. Juan B. Anza visitó el aerólito, encontrándolo en un lugar de la Sierra Madre, llamado *Los Muchachos*; quiso trasportarlo al puerto de San Blas y de allí á España; pero las dificultades que presentó el transporte le hicieron desistir de la empresa, abandonando el ejemplar que nos ocupa, en las inmediaciones del Tucson. Despues de la retirada de la guarnicion española, fué colocado en una de las esquinas del pueblo, donde sirvió como guardacanton. En 1852 fué descrito ligeramente por D. Juan R. Bartlett, acompañando su descripcion con una lámina. En 1857, el Dr. B. J. D. Irwin, del ejército de los Estados-Unidos, estando de guarnicion en el fuerte de Buchanan, al Sur del Tucson, viendo que nadie se fijaba en el aerólito, tomó posesion de él á nombre de los Estados-Unidos, ofreciendo remitirlo al Instituto Smithsonian tan pronto como fuera posible. En Marzo de 1863 fué conducido de Sonora á San Francisco California, por D. Jesus Anza, y de este punto á Washington, donde existe hoy desde Noviembre del mismo año. El Instituto, en prueba de agradecimiento á los Sres. Anza é Irwin, por su empeño en la adquisicion de este ejemplar, acordó se llamara Irwin-Anza. La otra muestra de Sonora es de la misma localidad que el anterior, y probablemente estará ya en los Estados-Unidos, pues fué descubierto en 1865 por el mismo Dr. Irwin.

Antes de pasar adelante, diré que la mayor parte de los ejemplares de fierro meteórico que he citado, se hallan en el extranjero, ya en Europa ó en los Estados-Unidos. Segun el Catálogo publicado por A. Daubrée, profesor de Geología, en el Museo de Historia natural de Paris, existian allí hasta el 15 de Diciembre de 1864, los siguientes: de Toluca, pesando 2,^k283; Zacatecas, 0,^{ks}154; Durango, 0,^{ks}001; Tucson (Sonora), 0,^{ks}032; Santa Rosa (Coahuila), 0,^{ks}013. En esta capital existen varios fragmentos en poder de particulares.

Pasemos á la última parte de este trabajo, es decir, al estudio fisico, químico y mineralógico de los fierros meteóricos; seguiré el orden que me he impuesto, comenzando por los fierros del Estado de Oaxaca y concluyendo con los de Sonora.

El Sr. D. Leopoldo Rio de la Loza hizo el estudio fisico-químico del fierro de Yanhuitlan, y segun dicho señor, su peso es de novecientas diez y seis libras, ó cuatrocientos veintium kilogramos, quinientos ochenta y cinco gramos. Al hablar el referido señor de la composicion, lo hace en los siguientes términos:

«Peso específico.—Tomado el del fierro, tal como resulta cortado por el cincel, ha sido de 7.82441
 Majado en frio dió. 7.82993
 Este peso está tomado en una balanza de precision, sensible á un diezmiligramo, con una masa de poco mas de doce gramos, y reducida la temperatura del agua á + 4° centigr.

Composicion.—Cien partes han dado:

| | |
|--|------------|
| Fierro estimado por el carbonato de barita y por el succinato de amoniaco. | 96,58182 |
| Nikel apreciado por el bioxalato de potasa. | 1,83200 |
| Sustancias volátiles, estimadas por diferencia. | 0,36210 |
| Arenas, conteniendo siliza libre; piroxena, en sus variedades negra, blanca y verdosa, y acaso algunas otras materias análogas | 0,00560 |
| Carbono, estimado por el bióxido de mercurio. | 0,00018 |
| Cal, separada por el sulfidrato y por el oxalato de amoniaco | 0,60815 |
| Alúmina y pérdida. | 0,61015 |
| | 100.00000» |

Del estudio mineralógico hecho por el Sr. D. Antonio del Castillo, resulta lo siguiente: lustre metálico; color gris de acero tirando á blanco de plata; figura irregular, con cuatro grandes caras curvas, indeterminadamente, asemejándola á una pirámide oblicua; dos pequeñas planas, truncando dos esquinas irregulares. Superficie de las caras escabrosa y con impresiones diversas; altura total 0,^{ms}65 (el Sr. Rio de la Loza le da 75). Peso específico 7,802 á 17° centigr.; textura hojosa plana, y en las puntas ganchosa; dureza entre 7 y 8: retractorio. Limando la superficie perpendicularmente á la direccion de las hojas, y atacándolo ligeramente con ácido azótico, presentó unas figuras cuadriláteras rectangulares, y líneas quebradas ó sinuosas, de un aspecto particular; pero no dió las figuras triangulares llamadas de Widmanstaetten. ¹

El fierro meteórico de la Mixteca, así como los de Xiquipilco, Ocotitlan y Zacatecas, fueron estudiados en Alemania, segun consta por el trabajo publicado en 1860 en los Anales Mexicanos, páginas 192 y siguientes, suscrito por el Sr. D. Miguel Velazquez de Leon. Vamos á copiar dicho trabajo, cambiando únicamente el orden en que está escrito.

¹ Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, tomo 10, páginas 661 á 672.

10 *Hierro meteórico de la Mixteca.*—«El Sr. Burkart, tan conocido en la República por las empresas mineras que dirigió, y por las diversas investigaciones científicas sobre la mineralogía y la geología de nuestro suelo, llevó á Europa varias muestras de hierro meteórico, y entre ellas del de la Mixteca, que ha examinado recientemente el Dr. Bergemann.»

«El peso específico de esta muestra es de 7,2 á 7,62, según el Sr. Burkart, y de 7,58 según el Dr. Bergemann. Este hierro es *pasivo*; muchos fragmentos de él recientemente cortados y perfectamente lustrosos, permanecen mucho tiempo sin alterarse y sin perder su lustre, cuando se sumergen en una solución de sulfato de cobre, mientras que otros pedazos separados de la superficie exterior del aerólito, que no tienen lustre y están tomados de color gris oscuro, se cubren prontamente de una capa de cobre metálico.»

«Para la análisis se emplearon cuatro gramos de hierro bien limpio, y se trataron con ácido clorhídrico, diluido en un aparato á propósito y á un calor suave, hasta que cesó toda reacción.»

«El hidrógeno que se desprendía, se hizo pasar por una solución de sulfato de cobre, en la que produjo un precipitado de sulfuro de cobre, que correspondió á 0,553 por 100 de azufre.»

«Separado por el filtro el residuo insoluble en el ácido clorhídrico, la solución no dió señales de contener metales precipitables por el hidrógeno sulfurado. En la solución concentrada se peroxidó el fierro por medio del clorato de potasa, y se precipitó en el estado de succinato de fierro, correspondiendo su peso á 86,857 por 100 de fierro metálico. En el óxido calcinado con carbonatos de potasa y sosa, se determinó la cantidad de fósforo, precipitándolo como fosfato amónico magnésico, y correspondió el peso de esta sal á 0,070 por 100 de fósforo.»

«En el líquido separado del óxido de fierro por filtración, se determinaron el níquel y el cobalto por el método de Liebig, separando el uno del otro por medio de la potasa y el ácido cianhídrico. La cantidad de níquel resultó de 9,917 por 100, y la de cobalto 0,745.»

«El residuo insoluble en el ácido clorhídrico pesaba 0,0388 gramos, ó 0,975 por 100. Era de color negro, pulverulento, y presentaba una que otra partícula brillante. Por medio del iman se separó una gran parte de las partículas negras brillantes, y en las que se echaba de ménos el color amarillo que caracteriza la Schreibersita. El peso de las partículas separadas por el iman era de 0,0180. En una porción muy pequeña de ellas, se buscó por el soplete la presencia del cromo: los resultados fueron negativos.»

«Los 0,0178 gramos restantes no se disolvieron en ácido clorhídrico, pe-

ro sí en agua régia. Se evaporó fuertemente la solución, se descompuso el residuo con carbonato de sosa, se secó y se calcinó; se trató con agua y en la solución se precipitó el fósforo por una sal de magnesia, correspondiendo el peso del fosfato á 0,002 gramos de fósforo.»

«Los óxidos de fierro y de níquel se disolvieron en un poco de ácido clorhídrico, y se separaron el uno del otro por el carbonato de barita. El níquel estaba en la proporción de 0,005 gramos y el fierro en la de 0,010.»

«La parte no magnética del residuo insoluble, consistía en un polvo negro y algo lustroso, en el que se distinguían por medio del microscopio, algunos puntos blancos y amarillentos. Pesó 0,0118 gramos: no se disolvió en agua régia, pero calentado en una hoja de platina, se quemó en su mayor parte, dejando una ceniza pardusca: era, pues, carbon. La ceniza se disolvió en ácido clorhídrico, y consistía en óxido de fierro.»

«La composición en cien partes de este hierro meteórico es:

| | |
|-------------------|--------|
| Fierro | 86.857 |
| Níquel | 9.917 |
| Cobalto | 0.745 |
| Fósforo | 0.070 |
| Azufre | 0.553 |

| | | | |
|-----------------------------|-------|---|------------------------|
| Residuo insoluble | 0.975 | } | 0.524 carbon y fierro. |
| | | | 0.053 fósforo. |
| | | | 0.132 níquel. |
| | | | 0.265 fierro.» |

«Si se supone combinado el azufre con el fierro en el estado de Fe, se necesitan de este metal 0.941 para formar 1.494 por 100 de Fe, mientras que los 85.916 restantes de fierro, y las cantidades de níquel y cobalto, se acercan á la combinación de 9 átomos de fierro para 1 de níquel.»

«Se ve por la análisis anterior, que el hierro meteórico de la Mixteca es de la composición que se presenta mas frecuentemente: que consiste en hierro níquelífero con carbon y cobalto, y que en su residuo insoluble en el ácido clorhídrico, existe la combinación característica de fósforo, níquel y fierro.»

Hierro meteórico de Jiquipilco.—«El Sr. Stein de Darmstadt, que residió algun tiempo en nuestro país, llevó á Europa varias masas que analizaron Berthier, Uricoechea, Boecking y Pugh. Los mas notables eran cuatro, que pesaban 5½, 13, 19½ y 220 libras.»¹

«Están cubiertas de una capa de óxido, en la que se distinguen muchas hojillas amarillentas y de lustre metálico, de fosforo de hierro y níquel, que

2 «Una libra de Hesse equivale á 0.4677 kilogramos.»

se ha llamado «Schreibersita:» tambien aparecen en la superficie muchas gotas amarillas de percloruro de fierro, como las que se han observado en otros hierros meteóricos; sin embargo, no se presentan en las superficies pulidas ni en la textura reciente.»

«Esta textura es manifiestamente cristalina, y despues de pulida y bien limpia, presenta las caritas triangulares observadas en el hierro de Elbogen, que han tomado el nombre de *figuras de Widmanstedten.*»

«El trozo de hierro, que pesa 220 libras, no es *pasivo*; al disolverse en el ácido clorhídrico diluido, desprende hidrógeno y gas sulfhidrico, lo que indica que tiene mezclado protosulfuro de fierro. En varias pruebas se obtuvieron 0.9 y 1.24 por 100 de un residuo negro, insoluble, que se compone de fosfuro de hierro y niquelo, grafita y granitos microscópicos de un mineral amarillento y otro incoloro.»

«La análisis de este hierro dió al Sr. Pugh:

| | | | |
|--|-------|------------------|-------|
| Fierro | 90.43 | | 90.08 |
| Niquelo. | 7.62 | | 77.10 |
| Cobalto. | 0.72 | | |
| Fósforo. | 0.15 | | |
| Cobre y estaño | 0.03 | | |
| Azufre | 0.03 | Insoluble en ClH | 1.24 |
| Schreibersita | 0.56 | | |
| Grafita y minerales insolubles | 0.34 | | |
| | <hr/> | | |
| | 99.88 | | |

La costra oxidada estaba compuesta de:

| | |
|---|---------|
| Oxido de fierro | 51.490 |
| Agua | 13.270 |
| Siliza | 7.471 |
| Alúmina | 0.793 |
| Magnesia | 0.211 |
| Hierro metálico | 20.506 |
| Niquelo | 4.127 |
| Cobalto | 0.399 |
| Schreibersita | 0.664 |
| Fósforo | 0.177 |
| Grafita, cal, cloro y amoniaco. | |
| | <hr/> |
| | 99.108» |

«La superficie exterior de la masa de $19\frac{1}{2}$ libras, estaba mucho menos oxidada que la de la anterior; lo que se explica bien, porque esta última se encontró en el lecho húmedo de un arroyo. Contenia también hojillas de Schreiberista y gotitas de percloruro de fierro; pero lo que la distinguía sobre todo de la anterior, era la presencia, aun en el interior de su masa, de pequeñas partículas de olivino verdoso, granugiento, y una dureza poco común y mucho mayor que la del anterior.»

«Tampoco este trozo es *pasivo*; pero no desprende gas sulfhídrico al disolverse en el ácido clorhídrico. Diversas pruebas dejaron 0.568 y 1.58 por 100 de un residuo negro é insoluble, compuesto de fosforo de niquelo y hierro, grafita y granitos traslucientes de un mineral incoloro, otro rojo de rubí y otro verdoso.»

«Tres análisis de este hierro dieron los siguientes resultados al mismo Sr. Pugh:

| | | | |
|---|---------|--------|--------|
| Fierro. | 87.894 | 88.280 | 87.880 |
| Niquelo. | 9.055 | 8.896 | 8.860 |
| Cobalto. | 1.070 | 1.040 | 0.893 |
| Fósforo. | 0.620 | 0.784 | 0.857 |
| Schreibersita. | 0.344 | „ | „ |
| Manganeso. | 0.201 | „ | „ |
| Grafita y minerales insolubles. | 0.224 | „ | 1.236 |
| Cobre y estaño. | trazas. | | |
| | | <hr/> | |
| | | 99.409 | |

«Se ve que este hierro se distingue por las grandes cantidades de fósforo y cobalto que contiene, y que pueden ser muy bien la causa de su gran dureza.»

«*Pugh Analysen von Meteoreisen aus México.* Annalen der Chemie und der Pharmacie von Liebig, Wohler und Kopp. Band XCVII S. 383. 1856.»

«Los otros dos trozos que pesaban $5\frac{1}{2}$ y 13 libras, han sido examinados por el Sr. Uricoechea.»

«Se distinguen de los anteriores por no estar muy oxidados en la superficie, y presentar en ella partículas de sulfuro de hierro gris amarillento.»

«El hidrógeno que desprende este hierro al disolverse, huele á gas sulfhídrico, y cuando se hace pasar su corriente por una solución de plomo, da un ligero precipitado de sulfuro de plomo.»

«El residuo insoluble y negro que deja en el ácido clorhídrico, pesó 4.11 por 100, y observado al microscopio manifiesta partículas cristalinas de lustre metálico, atraibles al imán y que son fosforo de níquel y fierro; también contiene granos transparentes é incoloros de lustre de vidrio, otros de color verdoso que parecen de olivino: un solo grano se observó de color rojo rubí; y por último, un mineral transparente y azul celeste que parece estar cristalizado y se asemeja al jergon del Vesuvio.»

«Cien partes de este hierro, según la análisis del Sr. Uricoechea, contienen:

| | |
|--|----------|
| Fierro. | 90.40 |
| Níquel. | 5.02 |
| Cobalto. | 0.04 |
| Fosforo de fierro y níquel. | 2.99 |
| Fósforo. | 0.16 |
| Minerales insolubles. | 1.11 |
| Cobre, estaño, manganeso y azufre. | trazas.» |
| | <hr/> |
| | 99.72 |

«El Sr. Berthier solo determinó en el hierro meteórico de Jiquipilco, que analizó, el fierro en cantidad de 91.38, y el níquel en la de 8,62 por 100.»

Uricoechea, Analyse des Meteoreisen von Toluca. Ann der Chemie, und der Pharm. Band XCI. S. 249. 1854.

Hierro meteórico de Ocotitlan.—«La masa que se examinó de este hierro pesaba 27 libras y estaba cubierta de una costra gruesa, semejante al *hierro pardo*, y que se desprendía fácilmente por sí sola del núcleo. La oxidación de esta masa es mucho más considerable que las de otros hierros, por ejemplo, el de Jiquipilco. Las partes limpias de la masa presentan las mismas señales de cristalización que se han descrito anteriormente. En las rajadas de la costra se observan gotitas de percloruro de fierro y uno que otro punto amarillo verdoso, que por su color se asemeja al hierro fosfatado verde (*Grün-sisenstein*), que Brongniart llama *Dufrenite*.»

«En la costra oxidada y desmenuzable, se encuentran partículas aisladas, que á la simple vista dejan descubrir una buena dosis de fosforo de níquel y fierro. Este compuesto se presenta en hojitas delgadas de lustre metálico y color gris amarillento; son flexibles y elásticas; cuando se humedecen con ácido clorhídrico diluido, no desprenden hidrógeno, mientras que el fierro que no contiene estas hojitas lo desprende prontamente y deja percibir la presencia del sulfuro de fierro que contiene, por el olor de gas sulfhídrico que acompaña al hidrógeno.»

«3.46 gramos de este hierro meteórico, bien despojados de la costra oxidada y en el cual abundaban mucho las hojitas mencionadas, se disolvieron en ácido clorhídrico, haciendo pasar el hidrógeno por una solución de cobre y determinando por medio del sulfato de cobre obtenido, la dosis de azufre que se supone combinada con el hierro en el estado de Fe.»

«El peso del residuo insoluble en el ácido clorhídrico era 0.173 gramos ó 5 por 100. De estos, eran 0.003 gramos de un polvo negro mate y no magnético, que se quemaba sobre la lámina de platina, dejando una ceniza parda de óxido de hierro. Lo demás del residuo se componía en su mayor parte de sulfuro de hierro y de níquel (separado por el imán), que al tratar el hierro por el ácido clorhídrico se separa al principio en la forma de hojillas, pero por una larga digestión forma escamitas muy pequeñas. Estas no se alteran calentándolas al contacto del aire, conservan su lustre, pero su color se oscurece: su peso específico es poco más de 7.0. Por todos los caracteres manifiesta esta parte del residuo la mayor analogía con la Schreibersita tal como la ha descrito Lawrence Smith. Su análisis dió: Ph. 0.006, Ni. 0.016, y Fe. 0.146.»

«Desechando el sulfuro de hierro mezclado, la composición del hierro meteórico de Ocotitlan es la siguiente, según el Dr. Bergemann:

| | | |
|----------------------------|---------|---|
| Fierro. | 85.49 | por 100 |
| Níquel. | 8.17 | |
| Cobalto. | 0.56 | |
| Fósforo. | trazas. | |
| Cobre y magnesio. | id. | |
| Residuo insoluble. | 5.00 | $\left\{ \begin{array}{l} 0.07 \text{ carbon y fierro.} \\ 0.17 \text{ fósforo.} \\ 0.46 \text{ níquel.} \\ 4.22 \text{ fierro.} \end{array} \right.$ |

«El Dr. Bergemann buscó en el hierro meteórico de Ocotitlan, sin encontrarlos, los granos de olivino y de los minerales azul y rojo que observó Uricoechea en el hierro de Jiquipilco.»

El hierro meteórico de Toluca fué llevado á Europa por el Sr. Humboldt y analizado por el profesor Berthier, encontrando en 1000 partes, 0.914 de fierro y 0,086 de níquel.¹

El hierro meteórico de Charcas ha sido examinado por el profesor A. Daubrée en 1867: según él, tiene la figura de un tronco de pirámide triangular,

¹ *Traité des Esais par la voie sèche. . . . par M. P. Berthier.—Paris 1848, tom. II, páginas 208 y 209.*

de un metro de altura, cuarenta y siete centímetros de ancho y treinta y siete de espesor, pesando 180 kilogramos. La densidad de este fierro es de 7.71; tratado por un ácido, aparecen con bastante claridad las figuras de Widmantaetten; sometido á la accion del soplete de Schlösing, funde al calor blanco. La análisis hecha por St. Meunier ha dado en 100 partes: 93.01 de fierro, 4.32 de niquel, indicios de azufre y de siliza, y 0,70 de un residuo insoluble: éste contiene agujas de lustre metálico muy magnéticas, de fosfuro de fierro y nikel, y una sustancia amorfa, negra y terrosa que parece ser grafita. La proporcion del fosfuro y de la sustancia amorfa es en 100 partes, 28.58 de fosfuro y 71.42 de la sustancia no magnética. Ademas de estos compuestos se halla protosulfuro de fierro, en forma de riñones, ocupando las cavidades que presenta la masa meteórica.¹ Las análisis de los fierros de Santa Rosa (Coahuila) y hacienda de Potosi no han llegado á mi conocimiento.

El de Zacatecas, como ya dijimos, fué descrito en 1792, despues llevado á Europa y analizado por Clarke, quien encontró en 100 partes: 86.09 de fierro, 9.89 de nikel, 0,67 de cromo, 0,84 de azufre y 0.19 de magnesia. El Sr. Burkart tambien llevó á Europa muestras de este fierro, y lo analizó el Dr. Bergemann. Veamos lo que dice respecto á este fierro el ya citado Sr. Velazquez de Leon:

«No contiene partes terrosas, y el residuo insoluble que deja cuando se le ataca por el ácido clorhidrico, se presenta perfectamente homogéneo, aun cuando se le observe con el microscopio bajo un aumento de 200 veces el tamaño natural. Pudiera suponerse que se habrian descompuesto pequeñas particulas de olivino, porque la solucion de fierro da indicios de magnesia; pero en este caso se hubiera encontrado tambien alguna porcion de siliza, la cual no habia, y ademas el tratamiento con ácido clorhidrico diluido se hizo á un calor muy suave.»

«La composicion de este fierro es la siguiente:

| | |
|------------------------|--------|
| Fierro. | 85.42 |
| Niquelo. | 9.73 |
| Cobalto. | 0.44 |
| Schreibersita. | 1.05.» |

El Sr. Humboldt llevó á Europa fierro meteórico de Durango, que analizó Klaproth, encontrando, 96.75 de fierro y 3.75 de nikel, en 100 partes.

En el mismo Estado de Durango, en San Francisco del Mezquital se re-

1 L'Année Scientifique.—Paris 1868, pág. 238.

cogió un fragmento que se halla hoy en Paris, donde le ha examinado el profesor Daubrée. Su forma es aplanada, su longitud de 28 centímetros, 13 en su mayor anchura y 7 de espesor. Atacando con ácido clorhídrico la superficie pulida, presentó imperfectamente las figuras de Widmanstøetten. La densidad es 7.835 á 11° centígrados, segun M. Damour, que tambien hizo la análisis, y encontró:

| | |
|------------------|---------------------|
| Fierro. | 0.9338 |
| Nikel. | 0.0589 |
| Cobalto. | 0.0039 |
| Fósforo. | 0.0023 |
| | <hr/> |
| | 0.9989 ¹ |

Las análisis de los fierros de Chihuahua y del Tucson aun no he podido encontrarlas, únicamente conozco la descripción hecha por los norte-americanos y publicada en los tomos del *Annual Report of the Smithsonian Institution* for the year 1863 y 1865. Uno de los de Chihuahua, el de la hacienda de la Concepcion, descrito por Mr. Connolly, debe pesar, segun dicho señor, una tonelada; se halla enterrado y tiene de diámetro en la parte cercana al suelo, dos á tres piés (0^m,696 á 1^m,044), disminuyendo hasta su parte superior que se ve redondeada; presentando el conjunto la forma de un poste ó guardacanton. Hace mucho tiempo que fué analizado en el Colegio de Minería, segun me ha dicho el Sr. Urquidi, pero no he encontrado la análisis. Los de San Gregorio y Chupaderas son tan grandes como el anterior; no sé si estarán analizados.

El Irwin-Anza del Tucson tiene la forma de un anillo, mas pesado del lado en que se encuentra un poco aplastado, y presenta una cara usada, como si hubiera servido de yunque. El diámetro exterior es de 49 pulgadas (1^m,24); el del centro 23 (0^m,58); el espesor de la parte mas gruesa del anillo tiene 9 pulgadas (0^m,22); su ancho es de 17½ pulgadas (0^m,44); su peso 1400 libras inglesas ó 522^k,333. El estudio fisico-químico de este ejemplar fué encomendado al profesor G. J. Brush de New Heaven.

He llegado al fin del trabajo, tal vez habiendo enfadado con asuntos ya conocidos; pero sírvame la buena intencion con que lo he hecho; esto es, tener reunida en un solo cuadro, que pongo á continuacion, la mayor parte de las análisis de los fierros meteóricos de México.

¹ Extrait des Comptes rendus de séances de l'Academie.—Paris, tom. LXVI. Mars de 1868.

Peso relativo, específico y composición de algunos fierros meteoricos de México.

| | XIQUIPILCO. | | | | | | | Ocotitlan por el Dr. Bergem. | Toluca por Berthier. | Charcas por Meunier. | Zacatecas por el Dr. Bergem. | Zacatecas por Clark. | Durango por Klapproth. | St. Franc. del Mez. quitil por Damour. |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------|--------------|---------------|-------------|------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------|--|
| | Por Pugh. | Por Pugh. | Por Pugh. | Por Pugh. | Por Urthier. | Por Berthier. | Por Bergem. | | | | | | | |
| Yanhuiltian por el Dr. Loza. | | | | | | | | | | | | | | |
| ks. 421.585 | ks. 102.894 | ks. 9.120 | ks. 6.080 y 2.572 | | | | ks. 12.627 | | ks. 780.000 | | | | ks. 7.000 | |
| especifico..... | | | | | | | | | 7.71 | | | | | 7.835 |
| Fierro..... | 90.43 | 87.894 | 88.280 | 87.880 | 91.38 | 85.49 | 91.4 | 93.01 | 96.75 | 86.09 | 85.42 | 96.75 | 93.38 | |
| Nikel..... | 7.62 | 9.056 | 8.860 | 8.860 | 5.02 | 8.62 | 8.6 | 4.32 | 3.25 | 9.73 | 9.73 | 3.25 | 5.89 | |
| Cobalto..... | 0.72 | 1.070 | 1.040 | 0.893 | 0.04 | 0.56 | | | | 0.44 | 0.44 | | 0.39 | |
| Cromo..... | | | | | | | | | | | | | | |
| Fósforo..... | 0.15 | 0.620 | 0.784 | 0.857 | 0.16 | trazas. | trazas. | trazas. | trazas. | | | | 0.23 | |
| Azufe..... | 0.03 | | | | trazas. | | | | | | | | | |
| Carbono..... | 0.00018 | | | | | | | | | | | | | |
| Magnesio..... | | | | | | | | | | | | | | |
| Magnesia..... | | | | | | | | | | | | | | |
| Cal..... | 0.60815 | | | | | | | | | | | | | |
| Alúmina..... | 0.61015 | | | | | | | | | | | | | |
| Manganeso..... | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobre y estaño..... | 0.03 | 0.201 | | | trazas. | | | | | | | | | |
| Schreibersita..... | 0.56 | trazas. | | | trazas. | | | | | | | | | |
| Siliza libre, piroxena, etc..... | 0.00560 | 0.344 | | | 2.99 | | | | | | 1.05 | | | |
| Sustancias volátiles..... | 0.36210 | | | | | | | | | | | | | |
| Residuo insoluble..... | 0.34 y grafita. | 0.224 y grafita. | 1.236 y grafita. | | 1.11 | 5.00 | | | 0.70 | | | | | |