

cion vinieron acompañados de aguas termales silíceas, á cuya sedimentacion se debe la formacion del ópalo. Se nota que en las rocas compactas y más duras abundan las variedades rojas de fuego y las mexicanas, y en las más claras y blandas se encuentran las variedades húngaras: los bancos de pórfido tienen generalmente la direccion NO. á SE. En el año de 1872, en que visitamos aquellos criaderos, habia varias minas en explotacion. Pudimos observar allí las variedades húngaras, las mexicanas, las que llamamos queretanas, los ópalos de fuego y los comunes, los semi-ópalos, la hialita y la cacholonga.

Esos criaderos fueron descubiertos en 1855 por un sirviente de la hacienda de Esperanza, llamado Ignacio Lozano, pero hasta el año de 1870 fueron emprendidos los trabajos de explotacion por el Sr. D. José María Siurob, vecino de Querétaro.

En los criaderos de Esperanza hay ópalos de grandes dimensiones: recogimos un ejemplar de la variedad húngara, que tenia el tamaño de un huevó de paloma: el Sr. D. Eufemio Amador posee un paralelepípedo de la variedad llamada arlequin, cuyos lados tienen 0.^m07 de longitud y 0.^m30 de anchura: el espesor de la capa de ópalo fino es de 0.^m01. Uno de los mayores ejemplares de ópalo fino que se citan es el que existe en el Museo de Viena y tiene 17 onzas de peso, pero no está enteramente separado de su matriz.

Posteriormente se han descubierto otros criaderos de ópalo en el Distrito de Amealco del propio Estado de Querétaro. La formacion opalífera de ese Estado abarca muchas leguas de extension.

Varias son las localidades mexicanas donde se encuentran las diversas variedades de ópalos comunes, semi-ópalos, etc.: en México abundan mucho los pórfidos traquíticos donde aquellas se encuentran. Atendiendo á la posicion de esas montañas respecto de ciertos horizontes geológicos, suponemos que corresponden al período terciario.

Los ópalos finos se hallan en Hungría y en Honduras, tambien en pórfidos ó en conglomerados de esta roca.

Los ópalos comunes y los semi-ópalos se encuentran en Mé-

xico en circunstancias análogas á los anteriores: á veces sirven de matriz al cinabrio, como se observa en los cerros porfídicos del Puesto, cerca de Lagos, en Jalisco y en otras localidades. En Santa María de la Huerta, en el 5.^o Canton del propio Estado, abunda el semi-ópalo en los criaderos de caliza de agua dulce. Ópalo blanco azulado; muy puro, se encuentra en San Juan de los Lagos.

El ópalo blando se halla ocupando algunas cavidades de las rocas que forman la matriz de las anteriores variedades.

El Sr. D. Miguel Rul nos mostró un frasco conteniendo ópalo líquido procedente de una mina de Guanajuato: esa muestra fué presentada en la Exposicion Internacional de Filadelfia, 1876, y despues de cuatro ó cinco meses, notamos que en aquella sustancia gelatinosa se formaban varios núcleos donde se hacia más perceptible el viso opalino.

La cacholonga se encuentra en los criaderos de ópalo.

La hialita abunda en los cerros de Esperanza; es muy frecuente tambien en los cerros porfídicos de Guadalupe y las lavas del Peñon cerca de la ciudad de México.

La menilia se encuentra formando nódulos en los terrenos terciarios y en los cuaternarios: abunda en la caliza silizosa del Peñon de los Baños, en las cercanías de México.

El trípoli es muy comun en los terrenos postterciarios mexicanos: en el Valle de Aguascalientes, en el de México y otros muchos forma bancos que alternan con las tobas, margas, arcillas y otras rocas de acarreo y lacustres. En Ceysat, en Toscana y otras localidades extranjeras.

El Tiza, v. Tizate, se encuentra tambien con abundancia en algunos de nuestros valles y varias localidades, llevando el nombre de "Los Tizates," por existir en ellos muchos criaderos de ese mineral. Cerca de Zacoalco, en Jalisco, en Puerta de Vega de idem, en Ixtlahuaca, en Atotonilco, etc., etc.

Aplicaciones. Usanse los ópalos como piedras de adorno, y á veces se estiman en gran valor: los ópalos comunes, los semi-ópalos, pueden emplearse como el cuarzo comun en los usos industriales: el trípoli y el tiza sirven para limpiar los metales.

Los indígenas del Valle de México y otras localidades decantan el tiza y forman pastas esféricas que venden en las poblaciones, especialmente en la ciudad de México.

MAGNETITA.

Sin. Hierro magnético. Piedra iman, magnetite de Haindinger.

Formas. Del primer sistema; generalmente en octaedros ó dodecaedros.

Crucero. Octaédrico, más ó ménos perfecto; tambien se encuentra en masas y dendrítico.

Colores. Metálicos: negro de hierro.

Lustre. Por calidad, metálico; por intensidad, resplandeciente ó lustroso.

Trasparencia. En general es opaco, sólo en láminas muy delgadas, como las de las dentritas magnéticas que se hallan en algunas micas; es trasluciente.

Textura. Compacta, hojosa ó desigual de grano fino, á veces conchoide.

Dureza. 6.5 á 7: agrio: el polvo es negro y se pega á la navaja.

Densidad. De 4.9 á 5.2.

Casos particulares. Es magnético: su polvo se pega á la navaja; atrae á la aguja magnética: en algunos casos tiene polos, es decir, que atrae á la aguja por un extremo y lo repele por el otro.

Composicion. La variedad más pura contiene:

Fe.....	72. 4
O	27. 6
	100.00

Considerándolo como formado por protóxido y sesquióxido de fierro tendria:

Fe O.....	31.03
Fe ² O ³	68.97
	100.00

Su fórmula se representa por Fe O, Fe² O.³

Caracteres químicos. Se disuelve en ácido clorhídrico. Al soplete, con la flama de oxidacion pierde sus propiedades magnéticas. Con los fundentes da una masa verde botella al fuego de reduccion y rojiza al de oxidacion.

Varietades:—a *Cristalizado.* En las formas que quedan indicadas.

b *Granular.* Diseminado en las rocas, ó en granos sueltos.

c *En masas.* Lenticulares, hojosas ó de otras formas.

El Prof. Dana lo divide en magnetita comun, magnesiana, titanífera y ocrácea, considerando las materias que tiene mezcladas.

Yacimientos. La magnetita se encuentra en diversas formaciones geológicas, especialmente en las primitivas, como sucede en Suecia, en Córcega, etc., donde á veces forma grandes masas de rocas y pequeñas montañas, ó se halla diseminado en nódulos y en granos. Esto último sucede especialmente en las rocas metamórficas, como en la clorita y mica-pizarra. Las rocas volcánicas suelen contener el mismo mineral diseminado en su masa.

Los Estados Unidos de América poseen igualmente muy ricos criaderos de magnetita, formando en algunos lugares grandes lechos de bastante espesor. El Canadá y otros territorios boreales de la América contienen ese rico mineral. En México se encuentra en varias localidades. En la Ferrería de la Encarnacion, Estado de Hidalgo, se explota un rico criadero que se halla en la caliza mesozoica del cerro llamado *Cangando*, que quiere decir "Piedra azul," en la lengua otomí. El iman de esa localidad contiene una pequeña ley de oro. Lo hay tambien en el cerro de Ameca, Estado de Jalisco, en Durango, en Michoacan y en la mayor parte de los criaderos de fierro del país, sólo ó mezclado á la hematita y al fierro pardo.

Aplicaciones. La principal es la extracción del hierro metálico, pues ese mineral produce el metal más dúctil y de mejor calidad.

Alteraciones. Puede transformarse en óxidos rojos ó amarillos por medio de la oxidación del protóxido y pasar á las arcillas y otros terrenos de acarreo por medio de las aguas pluviales.

HEMATITA.

Sin. Hematite. Peróxido rojo de hierro —Red Iron Ore— Hematite rouge. Hematita.

Formas: Del sistema romboédrico: generalmente en romboedros más ó menos modificados.

Crucero: Segun las caras del romboedro, más ó menos fácil. También en masas, laminosa, reniforme y terrosa.

Colores. Metálicos, semi-metálicos y comunes: negro de hierro, gris de acero, rojo pardusco y rojo de sangre.

Lustre. Por calidad metálico ó semimetálico: por intensidad, varía de resplandeciente á mate.

Trasparencia. En general es opaco, y sólo en escamas muy delgadas es resplandeciente.

Textura. Compacta, á veces hojosa, conchoide, desigual y aun terrosa.

Dureza. Varía de 6 en las masas compactas y cristales, á 2 en el hierro escamoso y en el ocráceo: es dócil; la parte frotada y el polvo tienen color rojo pardusco ó rojo de sangre.

Densidad. 4.5 á 5.5.

Casos particulares. Es dimorfo, pues cristaliza en el sistema cúbico, y entónces se llama Martita, ó en el romboédrico que es el caso ordinario: también aparece á veces como pseudomorfo. En algunos casos las piritas ó sulfuros de hierro se transforman en óxido de este metal, conservando sus formas del primer sistema, no obstante el cambio de su naturaleza: á estas transformaciones se les llama *epigenias*.

Composición. La variedad más pura contiene:

Fierro (Fe).....	70.00
Oxígeno (O).....	30.00
	<hr/>
	100.00

Su fórmula es Fe^2O^3 .

Caracteres químicos. Se disuelve en ácido clorhídrico concentrado, y la solución, aunque esté muy diluida, se colora en rojo intenso por el sulfocianuro de potasio. Calentado en tubo no emite vapores acuosos. Al soplete es infusible: la flama de reducción lo hace magnético.

Variaciones:—a *Hierro oligisto ó espejado.* En cristales ó en láminas de color gris de acero ó negro de hierro: á veces con irizaciones: es duro; su lustre es resplandeciente.

b *Hierro micáceo.* En masas escamosas ó en escamas sueltas: las primeras tienen poca cohesión generalmente: color gris de acero que rojea, sobre todo cuando se ven las láminas contra la luz. Cuando las escamas son finas se pegan en los dedos al tocarlas.

c *Hierro hematítico en masa.* Gris de acero ó negro de hierro: se halla en masas con lustre metálico ó semimetálico.

d *Hierro espumoso.* En masas formadas de partículas ténues que se desagregan fácilmente: es untuoso y tizna ó ensucia al tocarlo: su color es gris de acero, que pasa á rojo pardusco ó de sangre.

e *Hematita compacta.* En masas duras y compactas: generalmente reniforme ó en otras concreciones y con una estructura radiada: se presenta también fibroso ó en barras: su color es gris metálico ó rojo pardusco más ó menos oscuro.

f *Hierro ocráceo.* Es desmoronadizo, de textura terrosa: blando; tizna al tocarlo. Su color es rojo pardusco, que pasa al rojo de sangre.

g *Hierro arcilloso.* Como el anterior, conteniendo cantidades variables de arcilla, y presentando también en diversos grados la tenacidad, olor y demás caracteres de estas últimas.

h *Hierro globoso.* De color rojo y bajo la forma de esferas generalmente pequeñas.

Yacimientos. El peróxido anhidro de hierro se encuentra en muchas formaciones geológicas, desde las azoicas hasta las actuales, pues se halla en los productos de erupción de los volcanes modernos.

El criadero de hierro espejado más célebre se halla en la isla de Santa Elena: se encuentra en otras muchas localidades europeas y americanas. Se ha encontrado también en los productos actuales del Etna, Vesubio y otros volcanes.

Hemos visto ejemplares de hierro espejado procedentes del Real del Monte, Estado de Hidalgo, México. También examinamos una veta que contenía hierro espejado bajo la forma de láminas delgadas y brillantes, asociado al óxido de estaño en una formación porfídica, terciaria, de la "Meza de los Caballos," Estado de Zacatecas. Se encuentra en otras localidades mexicanas.

El hierro micáceo se encuentra en muchos de nuestros criaderos de hierro: en el Sur de Jalisco le llaman "marmaja hojosa," y le dan iguales usos que á la marmaja pulverulenta.

El hierro espumoso se encuentra en masas ó en revestimientos muy ténues.

La hematita compacta y el hierro hematítico en masa se hallan en muchos casos en circunstancias semejantes á las de la magnetita: á veces forman grandes lechos y masas de rocas, como en Sajonia, en Chile, en los Estados Unidos de América y en otros países. Muchas son las localidades mexicanas que pueden citarse de ese mineral: hemos examinado ejemplares verdaderamente típicos de hematita radiante, procedente del Estado de México.

Sucede con frecuencia que muchas personas confunden los riñones de la hematita con los de óxido de estaño: varios procedimientos habria para hacer esa distinción, como p. e. la fundición fácil del metal de estaño en una hornilla con carbon, la raspadura roja que caracteriza á la hematita, etc. A veces se encuentran asociadas las concreciones de ambas especies minerales. Nosotros las hemos visto en el cerro del Pinalito, distrito de la Cañada, Estado de Querétaro. Existe allí una gran veta

manteada, cuya dirección es NO. SE. con inclinación al S., está formada de un conglomerado de riñones de hematita con algunos de cassiterita, aunque éstos en muy poca cantidad. Los riñones están unidos por un cemento de calcedonia que parece de origen hidro-termal. La veta arma en un conglomerado de pórfido, formado de fragmentos de los cerros inmediatos. En la masa de las rocas de éstos encontramos muchos riñones de hematita, lo que hace creer que es contemporánea del pórfido, y que las masas sueltas que se hallan en los aluviones vecinos proceden de los mismos pórfidos.

El hierro arcilloso y las arcillas ferruginosas abundan en muchas localidades mexicanas. Generalmente se encuentran relacionados sus yacimientos á los del basalto. Un criadero ó depósito de arcilla roja ferruginosa que puede citarse es el de Tepetitlan en el Estado de Jalisco. La formación de arcilla ferruginosa se extiende en una gran superficie de terreno y se halla sobre el basalto formando capas de regular espesor. El camino que conduce de Lagos á Guadalajara pasa en una extensión de poco más de doce leguas sobre esa formación. En las tierras que contienen este óxido rojo de hierro se desarrollan con mucha lozanía las encinas (*querqus*), y muchas veces la presencia de estos árboles indica que en las cercanías de donde se encuentran aparecerá el terreno ferruginoso.

El hierro rojo globoso se encuentra en el cerro de Galvan, Estado de Puebla; las esferitas de esa localidad son bastante regulares y tienen un diámetro de cerca de cinco milímetros. Las esferas están unidas entre sí por un cemento ferruginoso.

Alteraciones. Los óxidos anhidros que acabamos de citar pasan á las tierras arables por la desagregación mecánica de los agentes atmosféricos, y forman los terrenos ferruginosos: bajo la acción de las materias orgánicas se reducen á veces al estado de protóxidos; éstos se reoxidan por el aire: también se combinan con los ácidos orgánicos y pasan á las tierras. En el acto de la reducción ceden oxígeno á la materia orgánica ó al terreno, y en el de la oxidación por el agua dejan hidrógeno libre que puede formar amoniaco. Así, esos óxidos contribuyen á la

formacion de elementos de fertilidad, y además tienen la propiedad de almacenar ó retener al amoníaco y sus sales. También se cree que contribuyen con su presencia al fenómeno de la nitrificación.

Aplicaciones. Esos óxidos se usan, como el magnético, para la extracción del hierro, y también producen metal de muy buena calidad: la hematita pulverizada se usa también para pulir los metales. El ocre ú óxido más puro se usa en la pintura á causa de su hermoso color rojo.

GOËTHITA.

Sin. Hierro pardo cristalizado. Hidróxido de hierro. Brown iron-ore.

Formas. Del sistema ortorómbico: generalmente en prismas rayados longitudinalmente. También en tablas, hojas, compacto reniforme y estalactítico.

Crucero. Muy perfecto, paralelo á la diagonal menor.

Colores. Comunes: pardo cetrino claro ú oscuro; amarillo de ocre moreno, etc. En partículas delgadas aparece rojizo.

Lustre. Por calidad comun ó semi-metálico; por intensidad lustroso ó mate; por comparación diamantino ó ligeramente resinoso.

Trasparencia. En general es opaco; las escamas muy ténues son ligeramente transparentes.

Textura. Compacta; hojosa ó estriada; á veces terrosa.

Dureza. De 5.0 á 5.5: polvo pardo cetrino claro.

Densidad. De 4.0 á 4.4.

Composición. La variedad tipo contiene:

Sesquióxido de hierro ($\text{Fe}^2 \text{O}^3$).....	89. 9
Agua (HO.).....	10. 1
	<hr/>
	100. 0

Siendo su fórmula $\text{Fe}^2 \text{O}^3 \text{HO}$.

Como impurezas contiene, á veces, óxidos de manganeso, sílica y arcilla.

Caracteres químicos. Se disuelve en ácido clorhídrico: la solución se colora de rojo con el sulfo-cianuro de potasio.

Calentado en tubo produce vapores acuosos. Al soplete, sobre el carbon pierde también el agua y se cambia en hematita, produciendo las otras reacciones propias de esta especie.

Varietades. Pueden establecerse las siguientes, atendiendo á su aspecto físico:

a En cristales bien desarrollados, grandes ó microscópicos.

b En láminas cristalinas.

c En fibras delgadas ó cristales aciculares, á veces divergentes.

d En masas columnares ó fibrosas.

e En masas informes, arriñonadas ó estalactíticas.

Yacimientos. Se halla asociado á los otros óxidos de hierro, y con más especialidad á la limonita. Le hemos visto en varias muestras mexicanas de esta especie, procedente de muchas localidades. En una masa careada de limonita, procedente de la Ferrería de Tula, Estado de Jalisco, vimos un cristal prismático de Goëthita muy bien desarrollado: tenía 15 milímetros de longitud y sus caras estaban revestidas de capas de limonita. Se encuentra también en los criaderos ferríferos de Inglaterra, Sajonia, en los Estados Unidos de América y en otros países.

Alteraciones. Puede deshidratarse y pasar al estado de hematita, á veces conservando su forma primera: como los otros óxidos, al máximo es susceptible de reducirse y también de combinarse con el ácido carbónico.

Aplicaciones. Esta especie es relativamente escasa, pero podría utilizarse, como los otros minerales oxidables de hierro, para la extracción de este metal. Confundido con aquellos, cede su hierro al producto en las fundiciones.

LIMONITA.

Sin. Hierro pardo. Hematita morena, Hidróxido de hierro, Ocre de hierro, etc.

Formas. En masas informes, porosas, en capas, granos, concreciones esferoidales ó estalactíticas y terroso. A veces pseudomórfico y en petrificaciones.

Colores. Comunes; á veces semi-metálicos. Pardo cetrino, moreno más ó ménos oscuro, amarillo de ocre. En algunos casos tiene colores abigarrados.

Lustre. Por calidad semi-metálico y comun; por intensidad poco lustroso ó mate; por comparacion metaloide, de seda ó resinoso. Opaco.

Textura. Compacta, hojosa, terrosa y á veces estriada.

Dureza. De 5 á 5.5 en las variedades compactas; en las terrosas de 1 á 2, y aun tizna los dedos: es agrio y el color de la raspadura pardo cetrino claro.

Densidad. De 3.6 á 4. Cuando está mezclado con arcilla pesa ménos. Esta propiedad se utiliza para juzgar de la riqueza en óxido de un mineral arcilloso, siendo tanto mayor cuanto lo sea su densidad.

Casos particulares. Se presenta tambien epigénico como el anterior.

Composicion. La variedad tipo contiene:

Sesquióxido de hierro ($\text{Fe}^2 \text{O}^3$).....	85. 6
Agua (HO).....	14. 4
	100. 0

Siendo su fórmula $\text{Fe}^2 \text{O}^3 \text{HO}$.

Contiene como impurezas, arcilla, óxido de manganeso, siliza, ácido fosfórico y materias orgánicas.

Caracteres químicos. Los de la especie anterior, salvo el caso de la presencia de las impurezas citadas, que darán sus reacciones propias.

Variedades.—a *Concrecionado.* En riñones, estalactitas, cilindros, coliflor, etc.; á veces estas concreciones son fibrosas en su interior.

b *Compacto.* En masas de diversas formas.

c *Escorioso.* Llamado *stilnopsiderita*: es de color oscuro, casi resplandeciente, y de lustre resinoso; se encuentra en masas separadas ó formando vetillas, ojos, etc., en la variedad compacta.

d *Cavernoso.* En masas conteniendo cavidades de diversas formas y dimensiones.

e *Oolítico.* En granos pequeños y esféricos. *Granular.* En granos de diversos tamaños y formas; en masas rodadas.

f *Palustre.* En masas generalmente cavernosas, en costras y en revestimientos muy ténues; generalmente tiene preciosos cambiantes irizados y viso metálico.

g *Arcilloso.* Puede encontrarse como alguna de las anteriores variedades, pero conteniendo arcilla.

h *Arcilla ferruginosa.* En capas, en masas de diversas formas, de color pardo cetrino de diversos grados hasta el amarillo de ocre, y dominando la arcilla en su composicion.

Yacimientos. La limonita se encuentra más especialmente en terrenos sedimentarios y de acarreo, sea formando capas ó al estado de granos y concreciones rodadas, en arcillas ferruginosas, en margas, arenas, etc. Encuéntrase tambien en algunas vetas donde se forma por la alteracion de otros minerales que contienen fierro.

El profesor Dana, al hablar de los criaderos de ese mineral, dice que en todos los casos es el resultado de la alteracion de otros minerales por la influencia del aire, del ácido carbónico, ó de los ácidos orgánicos.

Los depósitos de limonita se encuentran desde los terrenos secundarios hasta los actuales. En Francia se hallan llenando cavidades en las formaciones jurásicas: en otras partes aparecen bajo la forma de bancos ó lechos de grande extension.

El hierro compacto y el cavernoso se encuentran en varias localidades mexicanas, en Coalcoman, Estado de Michoacan, y en varias ferrerías como en la de Tula, Estado de Jalisco, en Zacualtipan de Hidalgo, y otras muchas. Las muestras que hemos visto de esas ferrerías tienen, unas, el aspecto del hierro pardo compacto, y otras el del hierro palustre. Las muestras que de Zacualtipan hemos revisado tienen un color moreno pardusco: en las cavidades existen revestimientos en forma de coliflor, con lustre metaloide y arborizaciones de óxidos de manganeso.

Otros ejemplares tienen epigenias de piritas cúbica y prismática.