

y sulfuros; el oro en las masas ferruginosas, silíceas y en mantos en las rocas de sedimentación, y en fin, sin trastornar el orden de las clasificaciones conocidas, se puede derivar del museo geodinámico, el museo mineralógico propiamente dicho.

6. MUSEO MINERALÓGICO.—Deben figurar en esta sección representantes de la mineralogía local de preferencia, y sobre todo si la región es minera, el museo mineralógico debe entonces ocupar el primer puesto. Conviene que las especies sean agrupadas en sus familias correspondientes, indicando las vetas de procedencia. El maestro en sus excursiones á las minas podrá adquirir colecciones que indiquen la historia de las vetas, colecciones que son suministradas por los mineros prácticos, patronos ó encargados, y cada agrupación histórica figurará con su plano para indicar las profundidades y la naturaleza de la roca, su ley, hasta cortar la veta principal.

Deben también procurarse muestras de las principales minas de la República, así como para el museo geológico, fragmentos de rocas que caracterizan una extensa zona; pues muchas veces la Geografía saca de estos datos *in-natura*, gran partido. Todo es obra de tiempo, de paciencia y de trabajo. El maestro cuenta casi siempre con la buena voluntad de los padres, y con éstos, que palpan el adelanto de sus hijos y la benevolencia del mentor cuando visitan el colegio, se despiertan los sentimientos altruistas y son los más eficaces colaboradores de la nueva idea. Muchos de ellos serán mineros, y cederán con gusto preciosos ejemplares. Esto que afirmamos aquí, lo decimos por experiencia.

Reunidas algunas especies, deben colocarse en sitio muy visible y como resaltando del ordenamiento, aquellos minerales que sean más útiles para la industria:

hierro, cobre, plomo, estaño, etc., de los metales ó rocas que los contengan.

Unos cuantos ejemplares bastan, por ejemplo: cuarzosas, cuarzo, sílice anhidra; feldespáticas, piedra pómez; amfibólicas, asbesto; micas talcosas, talco, esteatita, serpentina; terrosas, arcilla común, arcilla esméctica, kaolín; metales, género plata, comprendiendo las especies argirosa, argiritrosa, bromargira, plata nativa, etc.; oro, roca y muestras de mantos; plomo, galena, cerusa; estanina; cobre, ziguelina, cobre negro, calcopirita, malaquita, azurita; hierro meteórico, magnético, oligisto, limonita, hematites y piritas cobrizas; zinc, blenda, calamina; antimonio, estibina y antimonio nativo; azufre, resinas, betunes y carbones.

Contando ya con la materia prima, en las regiones mineras, observe el profesor las indicaciones siguientes:

*a/*—El maestro debe enseñar algún método de ensaye.

*b/*—El maestro debe escoger los reactivos más usuales.

*c/*—El maestro debe enseñar la construcción del horno con arcillas refractarias cuando no pueda adquirirlo ya hecho.

El alumno no tendrá idea de las proporciones ó leyes metálicas, si no se le acostumbra á ensayar.

Al principio se harán los ejercicios con el soplete en carbón de fragua, v. g. si se ha reducido la plata á cloruro, el maestro enseñará cómo sometiendo el cloruro y una mezcla de carbonato de soda, a lsoplete, el ácido carbónico se escapa, el cloro se combina con el sodio y al fin la plata queda reducida á un botón brillante en el instante que el operador observe el fenómeno del relámpago. Para los minerales en los que se tengan que escorificar y copelar, será necesario dar

una idea de la formación de los silicatos en la primera operación y de la amalgama ó de la aleación para que puedan entender qué es la copelación y cómo se efectúa tan importante maniobra.

En las regiones mineras, muchos niños pobres, hijos de obreros, si la suerte los lleva á coger la barreta y el martillo, tendrán una idea lo más clara posible sobre su trabajo y no es difícil que de la simple condición de obreros pasen á vigilantes y jefes de negociación.

7. EJERCICIOS PREPARATORIOS. Antes de entrar formalmente al arte de ensayar, el alumno debe conocer la balanza, el soplete, iniciándose en el principio fundamental, el cálculo de la ley ó riqueza del metal que se ensaya.

Son previos determinados ejercicios para mantener vivo el interés.

Supongamos que el maestro, además de los ejemplares clasificados en su museo, tiene un depósito de material que es el que constituye el alma de su experimentación, porque en esta materia como en química NO BASTA MIRAR, SINO HACER, y que de este material, pongamos por caso, toma el maestro sulfato de fierro, pirita parda, sesquióxido de fierro y pirita marcial. Distribuye un pequeño fragmento á cada alumno, recomendando que su primer deber es apuntar en sus cuadernos.

Si fuese posible, cada alumno tendrá su lámpara de alcohol y su soplete, si no, bastan 4 ó 5 lámparas para establecer turnos, y mientras los experimentadores trabajan, los espectadores observan.

El alumno que experimentare con el sulfato de fierro, percibiría un olor picante, resultado del ácido sulfúrico desprendido, el de la pirita parda solamente observaría la reducción en la llama correspondiente ó la

crepitación debida al agua contenida en el cristal, el del sesquióxido observaría también la reducción, el de la pirita marcial, el color ligeramente azuloso de la llama, la fusión del cuerpo brillante con desprendimiento de ácido sulfuroso, y todos, aplicando bien el fuego de reducción el botón de fierro magnético distinto en propiedades á los cuerpos sometidos al tratamiento.

Así procederá el maestro con el plomo, cobre, estaño, zinc, etc., para sembrar en el educando la idea del análisis cualitativo de los minerales más comunes y luego introduciendo la balanza con el análisis cuantitativo aproximado, para el cálculo de la riqueza.

8. REGLAS CENERALES PARA LOS ENSAYES AL SOPLETE. (\*) Antes de someter la materia que se quiere ensayar á la acción de los flujos, se deben examinar los fenómenos que ella por sí sola puede presentar al soplete.

(a.)—Se hace calentar la materia en un pequeño matraz sobre la lámpara de alcohol, para ver si decrepita, y despide agua ó cualquiera otra substancia volátil.

(b.)—Se le calienta lentamente sobre un cartón á la llama de la lámpara ordinaria, mediante el soplete, para reconocer la presencia de los ácidos volátiles de arsénico, de selenio ó de azufre, si los hay.

Se compara el olor que se desarrolla en el fuego de oxidación con el que se produce con el fuego de reducción; aquel hace más sensible el olor del azufre ó del selenio, y este hace mejor percibir los vapores arsenicales.

(c.)—Se somete el mismo ensaye en un tubo abierto por sus dos extremos para examinar los sublimados que se forman en la oxidación; se observa el color, la volatilidad y el aspecto de estos sublimados.

(d.)—Se examina después la misma materia con re-

(\*) Domeyko.

lación á su fusibilidad. Si esta materia se halla en granos redondos, duros, lo mejor es ponerlos sobre el carbón, y soplar por encima; pero si se puede quebrantar el grano, y se quiere evitar la acción reductora del carbón, se escoge entre los pedacitos una escama delgada con un borde cortante, ó bien cualquiera partícula puntiaguda ó una hojilla, y se la toma con unas pinzas de platino. Exponiendo en seguida la parte mas delgada á la acción del soplete, se observa si es fusible ó no. Las sustancias infusibles conservan sus puntas ó aristas intactas; las que se funden difícilmente, quedan con sus puntas y agujas redondas; en fin, las fusibles se convierten en una esferilla.

En cuanto á los minerales que son muy difíciles de fundir, Berzelio aconseja molerlos con agua y poner en el carbón una gota de esta mezcla, la cual se calienta en seguida en la llama de oxidación hasta que se desprege enteramente del carbón; y después, cuando ya formé un todo coherente, ó una especie de torta porosa, se le toma con unas pinzas de platina, y se someten las extremidades al fuego más activo que se pueda producir al soplete.

Ciertas sustancias pueden cambiar de aspecto y de forma sin entrar en fusión: algunas se hinchan ó forman ramificaciones cuya reunión ofrece el aspecto de coliflor. Entre estas sustancias, unas se funden después de la tumefacción, otras quedan sin fundirse, y producen un vidrio ampolloso, que aunque transparente por sí mismo aparece como si fuese opaco por causa de una multitud de poros y burbujas que encierra.

(e.)—Se pasa, en fin, á los ensayos que se hacen mediante los reactivos, ya sea sobre una hoja de platina, ya sobre el hilo de platina, empleando sucesivamente la sosa, el borax, etc.

El empleo de los reactivos, no se debe suspender de-

masiadamente pronto la insuflación, porque hay sustancias que parecen ser infusibles al principio de la operación, y que sin embargo, ceden poco á poco á la acción del fundente, y entran al cabo de unos dos minutos en una fusión completa. Es necesario, además, no emplearlos sino en pequeñas cantidades, y antes de agregar otras nuevas, esperar que los anteriores hayan recibido la acción del flujo; saturando de este modo el vidrio del ensaye se obtienen muchas veces reacciones vivas y manifiestas, que se conseguirán con un vidrio no saturado.

Cuando se opera con los flujos bajo un fuego de reducción, sucede que la esferilla del ensaye vuelve á oxidarse, mientras se enfría el carbón, y se pierde de este modo el efecto de la primera operación. Para obviar este inconveniente, se le da vuelta al carbón, de modo que se haga caer la esferilla todavía líquida sobre una hoja metálica, que se pone para esto, debajo de la lámpara.”

9. REACTIVOS POR LA VÍA SECA. Pocas veces se emplea en los ensayos por la vía seca, un reductivo sin la mezcla de otra sustancia que facilita la fundición. Estas mezclas se llaman *flujos reductivos*.

Los reactivos principales usados en el ensaye por la vía seca son:

- 1º *Reductivos* ó sustancias que produzcan la reducción de los óxidos.
- 2º Reactivos oxidantes.
- 3º Reactivos desazufrantes, que producen la reducción de los sulfuros.
- 4º Reactivos azufrantes.
- 5º Flujos ó fundentes.

- PARA REDUCIR ÓXIDOS.
- 1.—CARBÓN.
  - 2.—ACEITES GRASOS, SEBO, RESINAS (no muy recomendables.)
  - 3.—AZÚCAR, ALMIDÓN, GOMAS.
  - 4.—ÁCIDO TÁRTRICO.
  - 5.—ÁCIDO OXÁLICO.
- REACTIVOS OXIDANTES
- 1.—LITARGIRIO. (protóxido de plomo.)
  - 2.—SALITRE (nitrato de potasa.)
  - 3.—CARBONATOS ALCALINOS.
- REACTIVOS DESAZUFRANTES.
- 1.—LITARGIRIO. { Ejerce acción muy enérgica sobre los sulfuros.  
Se emplea en los ensayos de plata con especialidad.  
Se obtiene el metal en aleación de plomo, y se separa por la copelación.
  - 2.—CARBONATOS ALCALINOS. { Descomponen cualquier sulfuro metálico.
  - 3.—SALITRE. { Es muy activo con los sulfuros y para templar esta actividad se mezcla con carbonato de sosa.
- REACTIVOS FUNDENTES Ó FLUJOS.
- 1.—LITARGIRIO. { Forma con la sílice y los silicatos infusibles escorias muy fusibles.  
No se combina con los óxidos terreos (cal, aluminio, magnesia.)
  - 2.—BÓRAX. { Facilita la fundición de todos los cuerpos en general, se usa el bórax anhidro.
  - 3.—POTASA, SOSA DEL COMERCIO. { (carbonato) oxidan, quitan el azufre y funden,
  - 4.—FLUJO NEGRO. { Dos partes de crémor tártaro y una parte de salitre.—Es uno de los reactivos mas útiles.

10. HORNILLOS DE MUFLA. (\*)—“Son de dos especies: 1º *portátiles* de copelación; 2º *fijos* para ensayos por escorificación. Los primeros son verdaderos hornillos de reverbero en medio de los cuales se coloca una pequeña pieza semi-cilíndrica que se llama *mufla*. Esta pieza estando rodeada por todas partes de combustible, se calienta fuertemente, y se pueden ejecutar en su interior todas las operaciones que necesitan acceso del aire, como la calcinación ó tueste, la escorificación y la copelación, las cuales no se podrían verificar con el contacto del carbón. Se hacen estos hornillos de diverso tamaño: los más grandes son cuadrados como de 15 pulgadas ocho líneas de alto. Los más chicos son elípticos, y su mayor diámetro no pasa de 8 pulgadas. Las más veces se hacen de buena arcilla refractaria, y se consolidan con fajas de hierro ajustadas con tornillos y tuercas.

Los hornillos ordinarios constan de tres piezas que se colocan unas sobre otras: 1º el cenicero; 2º el laboratorio; 3º la cúpula.

El *cenicero*, tiene á lo menos una puerta, es más ancho que el cuerpo del hornillo, y bastante grueso para sostener la base de éste, sobre muescas ó entalladuras que hay en ella. El *laboratorio* ú *hogar*, en que se coloca la mufla, está con una reja en la parte inferior y tiene algunas aberturas. La primera es ancha y semi-circular, y es por donde entra la mufla. La segunda se halla en la pared posterior, y por esta abertura entra en lo interior el ladrillo sobre el que descansa la mufla. Otras aberturas sirven para pasar en lo interior del ladrillo un alambre de hierro, á fin de revolver el combustible, y hacerlo bajar en la reja. Comunmente se hacen en los tres costados, é inmediatamente encima

(\*) Domeyko.

de la reja, tres de estas aberturas que pueden cerrarse cuando se quiera, con unas puertas de arcilla cocida.

Debajo de la mufla hay una tablita de la misma materia, que forma cuerpo con el hornillo y se extiende por la superficie anterior: su uso es para poder sujetar la abertura durante la copelación. La cúpula se adapta exactamente al laboratorio, y se termina por un cañón de hierro que le sirve de chimenea, y al cual se adapta un tubo de aspiración de hoja de hierro para producir una temperatura elevada. No hay más que una abertura en la cúpula: ésta se halla en el lado anterior, es semicircular y sirve para introducir el combustible.

11. UTILITARISMO.—De las ideas metodológicas apuntadas, fácilmente se llegará á las conclusiones:

1ª La enseñanza de la Mineralogía, debe ser práctica.

2ª La enseñanza de la Mineralogía debe ser utilitaria.

3ª Se le debe dar la preferencia en el programa de las escuelas comprendidas en las zonas mineras.

Desde las primeras nociones geogénicas, que parecen vagar en el idealismo, no son otra cosa que la simplificación, en el ordenamiento natural. Algunos maestros pudieran creer que al pedir un programa ligeras nociones de Geología, es necesario perderse en las nebulosidades de los períodos geológicos, terrenos, formaciones, pisos y horizontes.

Del mismo modo pudiera creerse que en las nociones mineralógicas, procedemos tratando en extremo los caracteres mineralógicos, geométricos, leyes cristalográficas, sistemas cristalinos, simetría, fractura de caracteres mecánicos, etc., etc. Esto solamente haría perder un tiempo precioso. El tiempo que dilata un alumno en la escuela, es relativamente corto, y este tiempo

debe ser aprovechado en bien del fin práctico de la enseñanza.

Más tarde, en las escuelas de perfeccionamiento si el alumno no sigue por la fatal carrera de las letras, sino que reconcentra sus futuras actividades á un ramo de la industria, podrá en estas escuelas ampliar la esfera de sus conocimientos, optar voluntariamente por el estudio que le acomode ó arrojarse á la lucha por la existencia con algunas probabilidades que siempre las deberá á la serie de procedimientos *in natura*.

En este ramo, con el *fin material* proclamado en la Pedagogía, debe unirse el fin utilitario que ponen en práctica muchas escuelas americanas, sobre todo en sus *high schools*, y pensamos, que si el maestro le da la importancia que se merece, las regiones mineras avanzarán prodigiosamente en favor de nuestra riqueza nacional; pues en la actualidad, no solamente tenemos metales preciosos plata y oro, sino que existen cobre, hierro, petróleo, carbón y betunes en las dos terceras partes del suelo mexicano, materiales que son del dominio de la Mineralogía y fuentes de riqueza, como veremos al tratar de la Economía Política.