

DISCURSO

SOBRE LOS DIFERENTES MÉTODOS

DE ENSAYAR Y AFINAR LOS METALES PRECIOSOS,

Y

SUS ALEACIONES MAS USUALES,

LEIDO

POR EL SEÑOR D. JOSÉ DURO Y GARCÉS

EN LA SESION PÚBLICA DE SU RECEPCION COMO ACADÉMICO NUMERARIO,

CELEBRADA EL DIA 12 DE MARZO DE 1854.



Señores:

CREO que mi deseo y mi primer deber en este momento deben ser manifestar á esta sábia y respetable Corporacion, la profunda gratitud de que me hallo poseido al considerarme entre sus esclarecidos individuos, y elegido por sus votos para ocupar un sitio quedado vacante por la temprana é inesperada muerte del malgrado Sr. D. Ventura Mugártegui. Obligado yo veinte años hace á abandonar la carrera del profesorado por el precario estado de mi salud, bien distante debia hallarme de aspirar al insigne honor con que me ha distinguido la Academia Real de Ciencias, y mas particularmente para llenar el vacío dejado por mi compañero y condiscípulo, con quien la suerte me unió con una amistad sincera y afectuosa durante todo el tiempo de nuestros estudios, y que nunca se ha desmentido despues. Unas mismas clases, é iguales trabajos teóricos y prácticos, nos fueron comunes; y mi único anhelo será el de poder llenar como él los deberes

que me impone la gloria de ser individuo de esta Academia, tan ilustrada como digna de todo mi respeto y consideraciones, procurando por cuantos medios estén á mi alcance concurrir con mi débil cooperacion y mi celo decidido á sus tareas y trabajos científicos, para corresponder de algun modo á la alta honra que me ha dispensado.

La Docimasia es la ciencia que tiene por objeto ensayar toda clase de minerales y aleaciones metálicas por el método llamado de la vía seca; pero las diferentes operaciones que se practican para llegar á conocer la ley de las aleaciones de oro, de plata, de platino y de cobre, ó lo que es lo mismo, determinar con la posible exactitud las cantidades respectivas de estos cuatro metales en las diversas combinaciones que pueden formar, son las que constituyen el arte del ensayador propiamente dicho: y llámase ensaye cada una de las que se ejecutan con una aleacion en particular, pues por la naturaleza y proporciones de los elementos que las constituyen reciben diferentes denominaciones.

En el dia se cuentan diez clases de ensayes, á saber:

1.º El ensaye de plata, ó de las aleaciones de este metal con el cobre en que domina la cantidad de plata.

2.º El ensaye de plata que contiene platino. Esta aleacion, además de estos dos metales, contiene casi siempre mas ó menos cobre.

3.º El ensaye de oro, ó aleacion de oro y cobre.

4.º El ensaye de oro que contiene plata. Esta aleacion, en que el oro es el mas abundante, con frecuencia contiene cobre.

5.º El ensaye de plata que contiene oro, ó aleacion de plata, de oro y de cobre, en la que la plata entra por cuatro quintas partes de la masa.

6.º El ensaye de oro que contiene platino. En esta aleacion, además de estos dos metales, existe casi siempre mas ó menos cobre, y algunas veces una pequeña cantidad de plata que apenas puede apreciarse.

7.º El ensaye de oro que contiene plata y platino. Esta aleacion, en que el oro es el mas abundante, encierra con frecuencia una corta cantidad de cobre.

8.° El ensaye de plata que contiene oro y platino. Aleacion de plata, de platino y de oro, que casi siempre contiene cobre.

9.° El ensaye de cobre ó del bronce. Aleacion que por lo regular consta de cobre, de estaño, de plomo y de zinc.

10.° El ensaye por la piedra de toque.

Para llegar á determinar con exactitud las cantidades de oro, de plata, de platino y de cobre que constituyan á estas diferentes aleaciones, el ensayador necesita indispensablemente, no solo los instrumentos y utensilios que se emplean en el arte de los ensayes, sino tambien diferentes agentes ó reactivos químicos, que faciliten la determinacion de las cantidades proporcionales de cada uno de los metales que existan en las aleaciones indicadas.

Bien conocidos son los instrumentos y reactivos químicos que exigen los ensayes; pero el ensayador celoso y concienzudo no debe limitarse á los que pueda obtener en los almacenes y depósitos del comercio, sino que debe hallarse en el caso de conocer con toda precision y exactitud los medios de averiguar con la mayor escrupulosidad, mediante los conocimientos que la ciencia suministra, la naturaleza, composicion y estado de pureza en que se encuentren dichos reactivos, y sin cuyos requisitos los resultados de sus operaciones han de ser por precision inciertos é inseguros.

A 18 puede ascender, rigurosamente hablando, el número de los agentes ó reactivos químicos que se emplean en el arte de los ensayes, y son los siguientes. 1.° Plata fina ó químicamente pura. — 2.° Plomo puro ó lo mas pobre posible en plata. — 3.° Acido nítrico puro. — 4.° Agua destilada. — 5.° Planchas de cobre. — 6.° Acido clorhídrico. — 7.° Acido sulfúrico. — 8.° Agua regia. — 9.° Nitrato barítico. — 10. Nitrato plúmbico. — 11. Sulfato sódico. — 12. Cloruro sódico. — 13. Nitrato argéntico. — 14. Cloruro amónico. — 15. Amonia- co líquido. — 16. Prusiato potásico. — 17. Borato sódico. — 18. Nitrato potásico.

Cada uno de estos agentes exige una preparacion particular que lo ponga en estado de poderlo emplear en los ensayes, y dar la exactitud que se busca; por lo que por precision el ensayador, no sola-

mente debe conocer sus propiedades físicas y químicas, sino también saber las prácticas para fabricarlos por sí mismo, ó cuando no, las de ponerlos en el estado de pureza que reclaman las operaciones de ensayos. No es mi ánimo hacer en un discurso de esta clase la descripción de cada una de estas operaciones; pero sí debo manifestar que si no son familiares y perfectamente conocidas por los ensayadores, contrastes y demás personas que se ocupan del arte de ensayar las aleaciones metálicas, mal podrán estas responder de la exactitud y precisión de los resultados que obtengan en sus ensayos, y mucho menos garantizar en sus certificados su ley y composición, que las leyes y Reales Ordenanzas les imponen, y que la confianza pública tiene derecho á esperar de las personas autorizadas para ejecutarlos.

La copelación ha sido hasta ahora el método de ensaye que se ha empleado generalmente para averiguar la ley de las aleaciones compuestas de metales preciosos. Este método tiene por objeto determinar con la mayor exactitud posible la cantidad de metales estraños aleados con el oro y la plata, ó con los dos reunidos, ó lo que es lo mismo, averiguar la proporción de oro y de plata aleados con otros metales.

La sustancia que comunmente se emplea para separar los metales estraños ligados con el oro y la plata, es el plomo, porque el bismuto no se usa en los ensayos por su rareza, alto precio y algunos inconvenientes que ofrece. Para concebir bien los efectos de este metal en la copelación, se ha de tener presente que el plomo es un metal muy fusible, fácil de oxidar, y cuyo óxido por su propiedad fundente, vitrificable y penetrante, favorece la oxidación del cobre, que es el metal mas comunmente aleado con el oro y la plata; y favoreciendo igualmente su fusión, se embebe y penetra con él en los poros de la copela. Además de saber que es necesario plomo para separar el cobre del oro y de la plata, es también indispensable determinar, por lo menos de un modo aproximado, la cantidad mas conveniente que debe ponerse en un ensaye; pues segun sea la composición de la aleación, deberá aumentar proporcionalmente á la de cobre que existe en ella. Un tanteo y el hábito en estas operaciones, observando el

color, el peso, el sonido, la elasticidad, y sobre todo el cambio de color que la aleacion tome al grado de fuego rojo, dan á conocer con bastante aproximacion la ley de las aleaciones; la resistencia que éstas presenten á la lima, el color que tome la superficie limada, son tambien indicios que deben consultarse; y el ensayador que tiene práctica en esta clase de trabajo, fácilmente averigua la proporcion mas conveniente de plomo que debe poner en el ensaye. Cuanto mayor sea la cantidad de cobre ligado con el oro y la plata, tanto mas rojo será el color de la aleacion; su peso específico será menor, mas considerable su elasticidad, pardeará mas recociéndola al fuego, y mas aumentarán su dureza y resistencia á la lima.

Para practicar la copelacion no hay mas que mantener la aleacion en fusion, mezclada con cierta cantidad de plomo en una copela. Los metales susceptibles de combinarse con el oxígeno del aire atmosférico con que se hallan en contacto, se unen con este gas, y convirtiéndose en óxidos entran en fusion mediante el calor á que se hallan espuestos, y en este estado se embeben y penetran con el óxido de plomo en los poros de la copela, cuya masa solo es susceptible de admitir el líquido que forman los óxidos metálicos fundidos, mientras que los metales en el mismo estado de liquidez no penetran en sus poros. Así que, colocada en el casco de la copela una cantidad determinada de aleacion de plata y otros metales estraños y susceptibles de oxidarse, é incorporando la porcion de plomo correspondiente á la composicion ó liga de cobre que contenga la aleacion, resultará que todos los metales oxidables se intercalarán con el óxido de plomo en la masa de la copela, y el peso de plata que resista la oxidacion dará á conocer la ley de la aleacion. Fácilmente se concibe que una operacion que solo exige 15 ó 20 minutos para terminarse, debe ser de una gran sencillez; pero á pesar de esto no se pueden adoptar con ciega confianza los resultados que da de sí. Un combustible cuyos trozos sean mas ó menos voluminosos ó menudos, suministrado al horno, permitirán un acceso mas ó menos fácil al aire atmosférico por los intersticios ó huecos que dejen entre sí, en cuyo caso la combustion será mas ó menos activa, y por consiguiente deberá variar la inten-

sidad de la temperatura. Otras varias causas existen tambien para modificar las circunstancias favorables de obtener los resultados exactos que se apetecen.

Las tablas de compensacion que se forman para compensar las pérdidas ocasionadas por la copelacion, bien sea por el embebimiento de la plata en la masa de la copela ó bien por su volatilizacion al estado de óxido, no pueden servir las de un ensayador para los demás, porque sería preciso que las condiciones con que se practica el ensaye fuesen idénticas y semejantes, y cabalmente esto es lo que no puede verificarse; de suerte que cada ensayador debe formarse sus tablas de compensacion, y no atenerse á las de los demás. En el dia está probado hasta la evidencia, que la copelacion acusa constantemente una ley inferior á la que en realidad tienen las aleaciones: la diferencia que existe entre la ley obtenida y la que tiene efectivamente la liga, asciende á 8 ó 10 milésimos por término medio entre los ensayadores de los varios paises de Europa; y los ensayos de un mismo riel hechos por un mismo ensayador, ofrecen la de 4 á 5 milésimos poco mas ó menos.

Estos graves defectos de los ensayos de plata hechos por copelacion no fueron ignorados por algunos antiguos ensayadores españoles, y en particular fueron estudiados por Tillet, quien los dió á conocer en las Memorias de la Academia Real de Ciencias de París en los años 1761, 1765 y 1769; y con su habilidad acostumbrada llegó á averiguar que la copelacion acusa la ley de estas aleaciones de algunos milésimos menos, y que la copela contiene con corta diferencia doble cantidad de plata que la que falta en el ensaye, y por consiguiente que el pallon nunca es completamente puro, y debe retener una cantidad de plomo y de cobre igual á la de la plata que falta. Tillet al denunciar estos hechos, manifestó la idea de que los diferentes paises de Europa apreciaran su gravedad, y se entendiesen sobre los medios de hacer el método de ensaye mas seguro y uniforme; pero los experimentos de Tillet se olvidaron pronto, ó por mejor decir se temió variar un procedimiento por el que se fijaban los valores de las materias de plata, y estaba probado y era practicado en todas partes del mis-

mo modo. Tampoco se admitió la necesidad de corregirlo, porque ninguna queja existía por entonces, pues que la pérdida en las materias de plata causada por una evaluación baja de su ley, pasaba desapercibida por el vendedor como por el comprador de estas sustancias. Así es como este método se ha transmitido hasta el día, y se ha conservado escrupulosamente en las Casas de moneda y Oficinas de contraste por las personas encargadas de ejecutarlo. Los grandes progresos que recientemente ha hecho el arte de afinar los metales preciosos, permiten en el día beneficiar con utilidad en algunos países menos de medio milésimo de oro en cada gramo de plata que lo contenga, y esto ha proporcionado á las Casas de Moneda una cantidad mayor de plata casi pura que la que antiguamente podían adquirir. Pero como la pérdida de ley en la copelación de la plata pura no pasa de 1 á 2 milésimos, al paso que la plata de 900 milésimos la tiene de 4 á 5, resulta que un Director de Casa de Moneda que reciba plata fina para convertirla en moneda corriente, con ley de 900 milésimos que exigen las leyes, estará obligado á hacer su aleación con una ley efectiva de 904 á 905 milésimos, para que de los ensayos en las oficinas de las Casas de Moneda salga ésta con la ley de 900 milésimos. En tal caso sufrirá en su fabricación una pérdida de 4 á 5 milésimos de plata, cuya causa no se le ocultará por mucho tiempo. Este ha sido en efecto el origen de las quejas que han motivado el nuevo método de ensaye con que se ha sustituido la copelación.

El Sr. D'Arcet, miembro del Instituto de Francia y Director de ensayos en la Casa de Moneda de París, á quien un profundo estudio de la copelación había dado á conocer mucho tiempo hacia los vicios de este procedimiento, fué encargado de ilustrar la comisión de monedas, y nuevos experimentos hechos bajo su dirección comprobaron hasta la evidencia que una aleación hecha sintéticamente con ley matemática de 900 milésimos, no salía de la copela mas que con 895 ú 896 por el método que entonces se practicaba.

Juntamente con D'Arcet, el Sr. Vauquelin, los principales ensayadores de París y de los departamentos de Francia, y casi todos los ensayadores de Europa, ensayaron en aquella época aleaciones de ley

conocida que les fueron dirigidas por la comision de monedas; y por los resultados que consignaron todos ellos, se convenció dicha comision de que la ley de las aleaciones de plata era evaluada mas baja de la que en realidad tenian, y la comision de monedas propuso al Ministro de Hacienda de Francia nombrase una comision científica para examinar detenidamente el método de ensaye de copelacion, é indicar las modificaciones de que fuera susceptible el procedimiento. De aqui resultó la adopcion por la Casa de Moneda de París y por las oficinas de Contraste, del nuevo método de ensaye para las aleaciones de plata llamado de la via húmeda, y que fué propuesto por el célebre Gay-Lussac, miembro de ella, que ya lo tenia establecido en su laboratorio de la oficina de garantía.

Este nuevo procedimiento, tan ingenioso como científico, consiste en determinar la ley de las aleaciones de plata por la cantidad necesaria de una disolucion de sal comun perfectamente ajustada para precipitar exactamente la plata que contenga un peso dado de aleacion metálica. Por consiguiente, se llama ensaye de plata por la via húmeda el que resulta de la precipitacion de este metal de su disolucion nítrica mediante un peso ó un volúmen dado de la de sal comun. Esta precipitacion de la plata por la sal comun es conocida mucho tiempo hace entre los químicos; pero estaba reservado á Gay-Lussac hacer aplicacion de esta propiedad en estos últimos tiempos á uno de los resultados mas rigurosos y exactos, como es el de determinar la ley de las aleaciones de plata.

La aleacion, disuelta primeramente en el ácido nítrico puro, se mezcla con la disolucion ajustada de sal comun, cuyo cloro combinándose con la plata forma cloruro de plata, completamente insoluble en el agua y aun en los ácidos. Esta propiedad está fundada en que la plata y el cobre se disuelven en el ácido nítrico; en que la disolucion en el agua de la sal comun precipita la plata en cloruro insoluble sin tocar al cobre y demás metales que estén ligados con ella, escepto el mercurio; y en que una cantidad dada y fija de sal comun exige, para convertir la plata en cloruro, una cantidad igualmente dada y fija de este último metal. La cantidad de cloruro de plata que se precipita

con la disolucion de sal comun se determina, no por su peso, lo que sería poco seguro, y sobre todo muy embarazoso y largo, sino por el peso ó el volúmen de disolucion ajustada de sal comun, exactamente necesarios para precipitar completamente la plata que esté disuelta en el ácido nítrico.

Fácilmente puede conocerse el término de la precipitacion completa de la plata cuando cese de aparecer nebulosidad ó precipitado de color lechoso, echando gradualmente disolucion de sal comun en la de nitrato de plata. Un milígramo de este metal se hace sensible en un peso de 100 gramos, ó un volúmen de 100 centímetros cúbicos de disolucion; y aun se puede distinguir perfectamente un $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ de milígramo, con tal que antes de añadir nueva disolucion de sal comun el líquido esté perfectamente claro y diáfano.

Agitando vivamente por espacio de uno ó dos minutos ó mas el líquido, que se pone lechoso por la precipitacion del cloruro de plata, se vuelve por este medio á poner suficientemente claro para apreciar, despues de algunos momentos de reposo, la precipitacion que pueda producir la adicion de medio milígramo de plata. La filtracion del líquido sería mas eficaz que la agitacion, sobre todo haciéndola despues de ésta; en algunos casos es necesario acudir á ella, pero la agitacion es mucho mas pronta, y en general es suficiente. La presencia del cobre, del plomo ó de cualquier otro metal que no sea el mercurio, en disolucion con la plata, no influye notablemente en la cantidad de sal comun necesaria para precipitarla; es decir, que la misma cantidad de plata pura ó aleada, exige para su precipitacion una cantidad constante de disolucion de sal comun. Suponiendo que se opere sobre 1 gramo de plata pura, la disolucion de sal comun ha de ser tal que 100 gramos si se mide por peso, ó 100 centímetros cúbicos si se mide por volúmen, han de precipitar exactamente 1 gramo de plata pura. Esta cantidad de disolucion de sal comun se divide en 1.000 partes, llamadas milésimas; y la ley de una aleacion de plata se determina por el número de milésimas de disolucion de sal comun necesario para precipitar la plata que contenga un gramo de esta alea-

cion. Esta es en pocas palabras la teoría del ensaye por la via húmeda; pero hay una distancia inmensa entre la teoría y la aplicacion pronta y espedita de este procedimiento. Ha sido preciso al autor del método inventar y graduar aparatos mas ó menos complicados, á fin de poder practicarlos con toda exactitud y precision, y dar á las manipulaciones de que se compone la mayor sencillez, para sustituirlo al de la copelacion. Felizmente han sido vencidas todas las dificultades, y en el día se ha adoptado con confianza en la mayor parte de las naciones de Europa como un método de ensaye tan pronto, y mas seguro y exacto que la copelacion.

En el ensaye de plata por la via húmeda valiéndose del peso, la cantidad de aleacion que se toma para ensayar es constantemente de 2 gramos, y solo varía la disolucion de sal comun que se emplea. Todo lo contrario se hace en los ensayes que se practican por volúmen, pues que el de disolucion de sal comun es siempre fijo y constante, mientras que el peso ó cantidad de aleacion que se toma para ensayar debe variar segun sea la ley de ésta; y ha de ser tal la cantidad sometida al ensaye, que contenga con corta diferencia 1.000 milésimos de plata pura. Asi que, si se hace el ensaye de un riel ó lingote de plata que se suponga fina ó casi pura, se deberá tomar solamente 1 gramo ó 1.000 milésimos; al paso que si se trata de averiguar el de una aleacion supuesta de 500 milésimos de ley, deberán tomarse 2 gramos para ensayar, porque 2 gramos de una aleacion de 500 milésimos justos, contienen tambien 1 gramo de plata pura. Fácilmente se calcula por medio de una regla de proporcion la cantidad de aleacion que se debe tomar, segun sea su ley aproximada, en la que ha de haber siempre 1 gramo de plata pura; y puede conocerse, ó por sus propiedades físicas, ó por la piedra de toque, ó en caso necesario haciendo un ensaye grosero por copela, como lo aconseja el autor del procedimiento. Tres son la disoluciones que se emplean en los ensayes de plata por la via húmeda, y son la disolucion normal de sal comun, la disolucion décima de la misma sal, y la disolucion décima de nitrato de plata. Ya queda manifestado que estas tres disoluciones no pueden ser de composicion arbitraria, y por consiguiente creo con-

veniente indicar las bases en que se funda su preparacion respectiva.

La esperiencia tiene demostrado que se necesitan 100 partes de sal comun pura y seca para convertir en cloruro de plata 184,25 de este metal; de lo que se deducirá fácilmente la que se necesita para precipitar 1 gramo de plata pura, que es lo que se ha dicho debe existir constantemente en la cantidad que se tome de aleacion para el ensaye.

Un gramo de plata perfectamente pura, exige para convertirse en cloruro de plata 0^{gr.},542,74 de sal comun pura y seca. Supongamos ahora esta cantidad de sal disuelta en un volúmen dado de agua destilada, por ejemplo 1 decilitro, y tendremos todos los datos necesarios para preparar 100 litros de disolucion normal, con los que habrá para hacer 1.000 ensayes, puesto que en 100 litros hay 1.000 decilitros; y como 1 decilitro de esta disolucion es lo que constantemente se emplea para hacer un ensaye, deberá contener 0^{gr.},542,74 de sal comun pura, para precipitar con exactitud al estado de cloruro de plata 1 gramo de este metal puro. Si la sal comun y el agua son bien puras, no hay mas que mezclar estos dos cuerpos en la proporcion de 0^{kil.},542^{gr.},74 de sal y 100 kilogramos ó 100 litros de agua, para obtener esta cantidad de disolucion normal, de la que 100 gramos ó 100 centímetros cúbicos precipitarán exactamente 1 gramo de plata pura. Pero la sal pura se obtiene con dificultad y se altera pronto, absorbiendo la humedad del aire atmosférico, por lo que se prefiere una disolucion concentrada de sal comun ordinaria, que se prepara poniendo en contacto á la temperatura ordinaria el agua con un exceso de sal comun durante 24 horas, y removiendo el líquido de tiempo en tiempo se filtra, y se conserva en frascos esmerilados. De este líquido se evaporan 100 gramos hasta sequedad, y determinando con exactitud la cantidad de sal seca que produzcan, y suponiendo que sean 24 gramos por cada 100, y que se trata de preparar 100 kilogramos ó 100 litros de disolucion normal, como para esta cantidad se necesitan 542^{gr.},74 de sal pura, no hay mas que hacer la proporcion siguiente:

$$24 : 100 :: 542,74 : x = 2^{\text{kil.}}, 261,4.$$

A este último peso de disolución concentrada se ha de añadir la cantidad de agua necesaria para obtener 100 kilogramos; y agitando perfectamente la mezcla, se procede al ensaye y rectificación de la disolución normal. Para esto se disuelve 1 gramo de plata pura en 6 ú 8 gramos de ácido nítrico puro á 32° de Beaumé (1,290) de densidad en un frasco esmerilado, cuya capacidad sea de 200 á 300 centímetros cúbicos; y tomando 1 decilitro de disolución normal, se mezcla con la disolución nítrica de plata contenida en el frasco, y al instante resultará un precipitado blanco de cloruro de plata insoluble, que aparecerá turbio y lechoso; pero agitando con viveza el frasco bien tapado durante uno ó dos minutos, sumergiendo antes el tapon en una copa llena de agua destilada para que se ajuste al gollote del frasco, y abandonando éste algunos instantes para que se precipite el cloruro, el líquido se pondrá perfectamente claro. En este caso hay que recurrir á las disoluciones normal ó décima de sal para terminar el ensaye, porque la que se ha empleado no estaba perfectamente pura. Supongamos, pues, que la disolución normal sea feble, ó lo que es lo mismo, que al decilitro ó 1.000 milésimos empleados en el ensaye le faltan 5 milésimos de sal. Para conocer la cantidad de disolución concentrada de sal que se ha de añadir al líquido total, se hace la proporción siguiente:

$$995 : 2,261,4 :: 5 : x = 11^{\text{gr}},36.$$

Es decir, que será preciso añadir al líquido total 11 gramos y 36 centésimos de disolución concentrada de sal común, para que 100 gramos justos de ella precipiten 1 gramo de plata pura, y proceder en seguida á un segundo ensaye ó rectificación. Si la disolución normal en vez de ser feble de 5 milésimos, es por el contrario fuerte de esta misma cantidad, se hace la proporción siguiente para saber lo que se ha de añadir de agua al líquido total:

$$1005 : 100 :: 5 : x = 0^{\text{kil}},497^{\text{gr}},51.$$

Es decir, que se han de añadir 497^{gr},51 de agua, para que los

100 gramos ó el decilitro de disolucion normal no precipiten por la disolucion décima de plata. Es bastante difícil obtener una disolucion normal perfectamente ajustada, y se considera bien preparada la que solo da una diferencia de medio milésimo en mas ó en menos.

La disolucion décima de sal comun se usa para terminar el ensaye, echando sucesivamente una cantidad calculada que represente 1 milésimo de plata. Esta disolucion décima se prepara pesando con exactitud 100 gramos de disolucion normal, ó midiendo 100 centímetros cúbicos, y mezclándolos con 900 gramos de agua, y el líquido que resulta se conserva en un frasco esmerilado. 100 gramos de disolucion normal representan 1.000 milésimos de plata, y por consiguiente 1 gramo de disolucion décima representará 1 milésimo.

Es indispensable la disolucion décima de sal para rectificar y ajustar la disolucion normal; y cuando esta se prepara por primera vez, se puede obtener la disolucion décima combinando 0^{gr.}542,74 de sal comun pura y seca: y esta se prepara sintéticamente poniendo en contacto en una cápsula sosa pura con un exceso de ácido clorhídrico, y evaporando hasta sequedad se funde el residuo en un crisol de platino, y se vacia la materia fundida sobre una baldosa de mármol.

Si la cantidad de aleacion que se toma para ensayar tiene de ley menos de 1.000 milésimos de plata, ó lo que es lo mismo, su ley aproximada es menor de la que debe ser, fácilmente se concibe que los 100 gramos de disolucion normal que se empleen en el ensaye serán excesivos; y para conocer el exceso se emplea la disolucion décima de nitrato de plata, echando en el ensaye cantidades sucesivas que cada una represente 1 milésimo de plata. Esta disolucion décima se prepara disolviendo 1 gramo de plata pura en la menor cantidad posible de ácido nítrico, en un matríz de peso conocido y bastante capaz para mezclar el nitrato de plata con 1 kilogramo de agua destilada. Un gramo ó 1 centímetro cúbico de esta disolucion décima, representa 1 milésimo de plata pura, y debe neutralizar exactamente 1 gramo ó 1 centímetro cúbico de disolucion décima de sal comun.

He dicho que la cantidad de aleacion que se toma para ensayar debia variar segun su ley, y que era tanto mas pequeña sin ser nun-

ca menor de 1 gramo, cuanto mas fina fuese la liga, y tanto mayor cuanto mas cobre contenga la aleacion. De aqui resulta la necesidad de conocer la ley de las aleaciones, con diferencia de 5 milésimos en mas ó en menos: las monedas de plata á que las leyes fijan su ley, su ensaye se reduce á verificar si ésta es ó no exacta, y en el mismo caso se hallan las alhajas de plata y medallas. Pero en otro caso es indispensable una aproximacion, ó lo que es mas conveniente, determinar la ley aproximativa mediante un ensaye hecho en la copela.

Es mucho mas fácil y mas pronto subir de ley por medio de la disolucion décima de sal comun, que no bajar con la de nitrato de plata, la cual produce líquidos que muy dificilmente se ponen claros por la agitacion. Tomemos por ejemplo nuestra moneda de plata, y asi veremos la marcha que se debe seguir para las demás aleaciones. Esta moneda tiene de ley 900 milésimos de plata pura por 1.000 de aleacion, pero las leyes toleran un permiso en mas ó en menos de 3 milésimos; y aunque estén á 897 milésimos ó 903, todavía se hallan en los límites fijados por las leyes. Por consiguiente, si se hace el cálculo sobre la ley de 897 milésimos, que es la mas inferior que se tolera, diremos: si 897 milésimos de plata pura exigen 1.000 milésimos de aleacion, 1.000 milésimos de plata pura ¿cuánto exigirán de esta misma aleacion? El cuarto término de la proporcion dará $1114^{\text{milés.}},82$; y no siendo posible representar en peso estas fracciones de milésimos, tomaremos el número de 1.115 milésimos, y hallaremos la ley exacta que representa, haciendo la proporcion siguiente.

$$1115 : 1000 :: 1000 : x = 896,86.$$

En este caso no hay mas que añadir á la ley de 896,86 los milésimos de disolucion décima que se hayan puesto en el ensaye para terminarlo.

Muy largo y difuso sería entrar en todos los detalles y pormenores que exige la descripcion de los variados aparatos y demás operaciones que hay que practicar en los ensayes de la via húmeda, operaciones y prácticas muy poco conocidas hasta ahora por los ensaya-

dores, y por el corto número de personas que se dedican á esta clase de ensayos, tan exactos y sencillos en sus resultados como insuficientes y estériles cuando no se tienen los conocimientos químicos indispensablemente necesarios á este trabajo.

Otra de las operaciones que tienen la mas íntima relacion con el arte de ensayar las aleaciones de metales preciosos, es su afinacion en grande escala, ó lo que comunmente se llama el apartado. En el dia se han hecho tales progresos en algunos paises que han adoptado los procedimientos modernos, que han llegado á crear una nueva industria muy lucrativa á los que la ejercen con los conocimientos necesarios, aprovechándose del atraso y descuido de las demás naciones, que todavía siguen el vicioso sistema de afinar la plata por la copela, y el oro por el ácido nítrico. Este nuevo método de afinacion se reduce á sustituir el ácido nítrico con el ácido sulfúrico concentrado; y aunque sea necesario emplear aparatos de platino muy costosos, se consigue sin embargo beneficiar con utilidad y ventaja pastas de plata que no contengan mas de 4 diezmiligramos de oro por cada gramo de aleacion metálica. Mr. D'Arcet hizo en 1802 un adelanto suprimiendo la copelacion, y sustituyendo el ácido nítrico con el sulfúrico, por cuyo medio los gastos de afinacion fueron mucho menores en ciertos casos, y en otros menos favorables quedaron reducidos á una décima parte de lo que antes costaban. Con este nuevo sistema no se cope-lan las pastas, no se pierde el cobre que entra en la composicion, ni el ácido en que se disuelve la plata y el cobre; se utiliza tambien el que se emplea para precipitar la plata de su disolucion nítrica, obteniendo por último resultado el sulfato de cobre, que tanto consumo tiene en las artes, y cuyo valor cubre con ventaja el coste del ácido, combustible, mano de obra y cobre empleado. El precio mas subido del ácido nítrico que el del sulfúrico, la contingencia de las operaciones del antiguo método seguido todavía en España, la pérdida del fosfato de cal, copeías, muflas, plomo y cobre de la aleacion, el aprovechamiento del ácido nítrico empleado para separar el oro, asi como el del cobre para precipitar la plata, las mermas originadas por las varias manipulaciones, el exceso de combustible y de tiempo necesarios,

y otras muchas consideraciones, hacen ver claramente las ventajas de afinar por el ácido sulfúrico, y las utilidades debidas á los recursos de la química que ha proporcionado los medios.

Se debe considerar de absoluta necesidad la adopcion de este nuevo sistema de afinar en España, como el único medio de evitar que las monedas de oro contengan plata, y que en las de este metal haya la mas pequeña cantidad de oro. No haciéndolo asi, nuestra moneda de plata y nuestras pastas siempre se dirijirán y serán estraidas á Francia, en donde por esta económica afinacion pueden sacar con utilidad las mas ténues cantidades del oro contenido en las platas, utilizando las ligas, y dando mayor valor á los metales en las demás naciones que, como España, no la tienen establecida. Las Casas de Moneda del reino se ven con frecuencia en la dura precision de acuñar platas que contienen una cantidad notable de oro, aunque insuficiente á sufragar los gastos del costoso método de apartado establecido en ellas; y considerándolas como si estuviesen exentas de oro, se fabrican monedas de plata que lo contienen, y que reconocidas y apreciadas por los extranjeros, es otro motivo para que desaparezcan al instante de nuestra circulacion. Es pues de suma importancia que el Gobierno establezca en sus Casas de Moneda este método de afinacion ó apartado, no solo como elemento vital de las mismas, sino tambien con objeto de aclimatar en España un ramo de industria que ofrece resultados tan ventajosos como los que se han obtenido en Francia; y para hacer mas eficaz esta mejora en el reino, es indispensable que las afinaciones que se establezcan puedan igualar á las extranjeras; y para ello debe obtenerse el ácido sulfúrico al mismo precio que en aquellas, lo cual es fácil á nuestro Gobierno con las abundantes y ricas minas de azufre que posee; y aun convendria que al montarse las afinaciones en las Casas de Moneda, se estableciese tambien la fabricacion del ácido sulfúrico necesario para su consumo, construyendo los aparatos arreglados á los últimos procedimientos conocidos.

Los establecimientos extranjeros emplean el platino, metal que en efecto reúne las condiciones necesarias para este procedimiento; pero su precio y el de su elaboracion son sumamente elevados respecto al

valor que tienen las piezas gastadas é inútiles de este metal, y presenta todavía el inconveniente de adherirse cierta cantidad de oro al fondo del vaso durante la operacion, siendo preciso emplear para despegarlo el ácido hidrocloreónico ó agua régia, que ejerce una accion muy marcada sobre el platino; y por lo mismo esta operacion repetida ocasiona el deterioro del vaso.

El metal mas á propósito y que reúne todas las cualidades apetecibles, es hasta cierto punto el oro, el cual á pesar de su mayor coste que el platino, no deja de ser por eso mas económico y ventajoso. La fabricacion de estos vasos sería de muy poca monta, y con corta diferencia conservarían siempre el valor primitivo del metal, al paso que la construccion de los de platino es difícil, muy costosa y desconocida entre nosotros, y siempre desmerece considerablemente el precio del vaso que por cualquier motivo quede inutilizado. Otra circunstancia existe para preferirse en España vasos de oro á los de platino, prescindiendo de la facilidad de su elaboracion, y es que de no hacerlos de aquel metal nos veremos precisados á proveernos de los de platino en el extranjero, por carecer la Península de establecimientos que los construyan.

La primera base en que se funda el método de afinacion por el ácido sulfúrico, es la propiedad que tiene este ácido de disolver la plata y el cobre sin atacar en lo mas mínimo al oro. La segunda se apoya en que el cobre tiene la propiedad de descomponer el sulfato de plata, reemplazando la base de este metal en el sulfato por la de cobre, atendida la mayor afinidad que tiene el ácido sulfúrico con el cobre oxidado que con la plata en el mismo estado; y como todos los cuerpos disolventes tienen un límite de saturacion, y disuelve con frecuencia el cuerpo con que tiene mas afinidad, claro es que si al ácido sulfúrico saturado de plata se le pone en contacto con cobre, por el cual tiene mas afinidad que con la plata, al mismo tiempo que disolverá al primero, abandonará á ésta, que se precipitará en estado metálico al fondo del vaso en que se opere. Con esto se obtendrán el oro y la plata separadas y afinadas, quedando ambos á una ley muy inmediata á la que representa su pureza. El cambio de base espresado

anteriormente en el sulfato sustituyendo la plata con el cobre, presenta un líquido que contiene la mayor parte del ácido empleado en la operación, y no solamente el cobre ligado con el metal que se ha afinado, sino también el que se ha añadido para precipitar la plata. El aprovechamiento de este ácido y cobre que tiene en disolución al estado de sulfato de cobre, se consigue evaporando convenientemente; y haciendo cristalizar la disolución se obtendrán por resultado cristales de sulfato de cobre, llamado comúnmente vitriolo azul, piedra lapis, que las fábricas de productos químicos preparan en tan grande cantidad, por ser un artículo de mucho consumo en toda clase de pintados.

Con lo que dejo espuesto, creo haber indicado suficientemente la serie de conocimientos que deben poseer los ensayadores y personas que se dediquen al arte de los ensayos de las aleaciones que puedan formar los metales preciosos. Este arte, que considero de suma importancia, está poco familiarizado entre nosotros, que poseemos elementos tan variados y fecundos, y nos prometen un halagüeño porvenir; y es de esperar que sus métodos se propaguen y generalicen, y que su conocimiento práctico, é ilustrado por la ciencia, ponga á cubierto la responsabilidad moral de los ensayadores, así como las garantías públicas, que las leyes exigen y reclaman imperiosamente.

Madrid 12 de marzo de 1854.

José Duero y Garcés.