

ANALES  
DE LA  
FACULTAD DE QUÍMICA  
Y  
FARMACIA

1954

vol. 3

MONTEVIDEO

1954

196/11/18  
ej. 5

# MARCHA SISTEMÁTICA SIMULTÁNEA DE ANIONES Y CATIONES

1ª Parte: Finalidad. Ordenamiento. Estudio crítico

DR. JUAN F. SAREDO

Instituto de Química

## RESUMEN

Se propone una marcha sistemática semimicroquímica simultánea para investigaciones de aniones y cationes que reúna la doble finalidad de una marcha para un curso de análisis químico cualitativo:

- 1º Valor pedagógico que permita aplicar los fundamentos generales de la Química.
- 2º Valor técnico, estableciendo la relativa capacidad para investigar determinado constituyente en mezclas con otros constituyentes.

La marcha se inicia con un ensayo previo de orientación para revelar la presencia de  $S^{=}$ , ferro y ferricianuros.

En la marcha general empleando ordenadamente seis reactivos se separan seis grupos principales y un grupo lateral.

G. 1.— Medio ácido (perclórico). Aniones que dan productos volátiles en caliente:  $CO_3^{=}$ ,  $SO_3^{=}$ ,  $S_2O_3^{=}$ ,  $NO_2^{-}$ ,  $ClO^{-}$  y  $CN^{-}$ .

G. 2.— Acido sulfúrico. Cationes que precipitan por  $SO_4^{=}$ , en medio ácido:  $Ba^{++}$ ,  $Sr^{++}$ ,  $Pb^{++}$ .

G. 3a.— Aniones que precipitan por  $Ag^{+}$  en medio ácido:  $Cl^{-}$ ,  $Br^{-}$ ,  $I^{-}$ ,  $SCN^{-}$ .

G. 3b.— Cationes que precipitan por  $Cl^{-}$  en medio ácido:  $Hg_2^{++}$ ,  $Ag^{+}$ .

G. 4.— Cationes que precipitan por  $H_2S$  en medio ácido (pH  $\sim$  1):  $As^{+++}$ ,  $Sn^{++}$ ,  $Sn^{++++}$ ,  $Sb^{+++}$ ,  $Hg^{++}$ ,  $Pb^{++}$ ,  $Cu^{++}$ ,  $Bi^{+++}$ ,  $Cd^{+++}$ ,  $A^{5+}$ , ( $AsO_4^{3-}$ ).

En esta marcha, en lugar de  $H_2S$ , se emplea una solución de sulfuro de  $NH_4^+$  de controlada alcalinidad.

Por descomposición con  $CO_3Na_2$  se origina: una solución (G. 5) y un precipitado (G. 6).

G. 5.— Solución alcalina:  $PO_4^{3-}$ ,  $F^-$ , borato, oxalato, acetato,  $Mg^{++}$ ,  $K^+$ .

G. 6.— Precipitado:  $Fe^{+++}$ ,  $Cr^{+++}$ ,  $Al^{+++}$ ,  $Zn^{++}$ ,  $Mn^{++}$ ,  $Co^{++}$ ,  $Ni^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  y  $PO_4^{3-}$  (retenido).

Separado G. 2; sobre una fracción de la solución se desarrolla un grupo lateral (G. L.); después de adicionar  $SO_4Ag_2$  para establecer la existencia del grupo G. 3a, se investiga sucesivamente:  $CrO_4^{2-}$ ,  $ClO_3^-$  ( $BrO_3^-$ ,  $IO_3^-$ )  $NH_4^+$  y  $NO_3^-$ .

Ya realizado el estudio completo de la marcha propuesta, se proponen dos modificaciones para darle más armonía.

- 1º Suprimir el 2º Grupo: el  $Pb^{++}$  se incluye en el grupo del  $S^{=}$ ; el  $Ba^{++}$  y el  $Sr^{++}$  pasan con el  $Ca^{++}$  al 6º grupo.
- 2º Unificar los ensayos previos con el Grupo Lateral, sistematizando la investigación de  $S^{=}$ , ferro y ferricianuro,  $SO_4^{2-}$ ,  $CrO_4^{2-}$ , grupo C. 3a;  $ClO_3^-$  ( $BrO_3^-$ ,  $IO_3^-$ ),  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$  y  $Na^+$ .

La idea inicial de este trabajo fué estudiar una marcha de investigación de aniones, en escala semimicroquímica, en la que se evitará la doble descomposición inicial con carbonato de sodio, causa de muchos inconvenientes y tratando de sistematizar la investigación para reducir al mínimo los ensayos complementarios.

La marcha se iniciaría con la investigación y separación de aniones que dan productos volátiles en medio ácido, para inmediatamente separar el grupo que precipitan en medio ácido por el catión  $Ag^+$ ; la otra etapa sería eliminar el exceso de  $Ag^+$  y todos los cationes que precipitan por el  $H_2S$  en medio ácido; a esta altura, ya eliminados muchos aniones alterables y cationes anfóteros, era posible hacer una doble descomposición con carbonato de sodio en condiciones favorables; a la solución alcalina sólo pasarían:  $K^+$ ,  $Na^+$  y pequeñas cantidades de cationes anfóteros.

Planteado el problema en esa forma, surgió inmediatamente la idea que con algunos ajustes podría planearse una marcha sistemática general para aniones y cationes.

Antes de exponer la marcha general voy a desarrollar unas ideas previas sobre el problema de las marchas sistemáticas desde el punto de vista pedagógico y técnico.

Es indiscutible que una marcha sistemática en la enseñanza del Análisis Químico Cualitativo tiene una doble finalidad: valor pedagógico y valor técnico.

Por su valor pedagógico debe servir para estudiar e interpretar los principios generales de la química, en especial, el comportamiento de las soluciones acuosas.

En el orden técnico se estudian principalmente, las propiedades analíticas de los elementos y compuestos más corrientes, que pueden servir de base para su investigación, separación y dosificación, por sus propiedades químicas.

Culminando esa preparación se acostumbra a enseñar una marcha sistemática, que posiblemente el estudiante de hoy, tratará de emplear cuando tenga en el futuro un problema técnico que resolver.

La posible utilidad de la marcha quedará limitada al valor relativo de la misma; por ello estimo que el valor real de una marcha sistemática es conocer su valor relativo, que se puede definir: como la capacidad de una marcha sistemática, cuando se realiza con técnica ajustada, de descubrir los componentes de una mezcla.

Una marcha sistemática general que comprendiera todos los elementos y sus compuestos, capaz de descubrir cantidades ínfimas de cualquier constituyente, aún en proporción apreciable de otro constituyente, se puede estimar en el momento actual como una utopía química, y si se llegara a establecer, resultaría tan larga y penosa que sería de poca utilidad práctica.

Una marcha sistemática general se puede simplificar haciendo limitaciones: 1º) limitar los elementos y compuestos que es capaz de descubrir incluyendo sólo los más corrientes; 2º) limitar la proporción de cada elemento que puede encontrarse frente a una proporción de los demás elementos o compuestos.

Existen otros factores a tomar en cuenta, la marcha debe ser simple y ágil; los reactivos deben ser corrientes y mínimos, si fuera posible al alcance de los estudiantes más modestos, de modo que pudieran tener un equipo personal en su propia casa.

Al plantear en esta forma el posible estudio de la marcha sistemática que voy a estructurar, lo hago tratando de contemplar la faz pedagógica y técnica.

Los elementos y compuestos son los más vulgares, los que se incluyen en los textos corrientes del análisis químico cualitativo; es mi propósito ir ampliando la marcha incluyendo más elementos y compuestos, en especial aquéllos que por sus aplicaciones industriales o medicinales pueden aparecer en el trabajo de un profesional.

Con respecto a la proporción, los estudios iniciales se harán sobre la base de una muestra de unos 25 miligramos, tratando que pueda descubrirse un elemento en la cantidad de 0,5 a 1 mg.

Podría objetarse que ese límite es excesivamente bajo, pues sólo llegaría a revelar los constituyentes en proporción de 2 a 5 %.

Estimo que el valor relativo de una marcha sistemática general no está en la proporción, lo fundamental es dar con cierta precisión los límites de su valor relativo; la mayoría de las marchas corrientes tienen el defecto que sus autores no precisan límites, y así resultan de poca utilidad técnica; cuando en una marcha sistemática se indica el valor relativo de la misma, quien tiene que aplicarla sabrá el grado de seguridad de su análisis; si su problema exige mayor precisión buscará otras marchas o aplicará otros procedimientos de investigación; en realidad, la mayoría de los problemas técnicos y científicos de análisis cualitativo se resuelven por procedimientos especiales.

La utilidad de una marcha sistemática general limitada a descubrir los constituyentes principales de una mezcla es evidente, pues conocidos esos constituyentes, es fácil orientarse para investigar los constituyentes en menor proporción.

Si se trata de mezclas industriales, minerales, aleaciones, sustancias medicamentosas, los constituyentes principales orientan el problema en su orden técnico y muchas veces los constituyentes secundarios son una consecuencia de los principales, ya sea como impurezas, ya sea como agregados para una finalidad determinada; es en ese aspecto que una marcha sistemática general, ágil y sencilla, puede ser de gran utilidad.

Los límites de mg. 0,5 a 1 y la proporción del 2 al 5 % serán siempre relativos: operando con tomas de ensayo mayores, en problemas simples y elementos que tienen reacciones muy sensibles, el límite puede ser muy inferior, pero en condiciones de mezclas muy complejas y

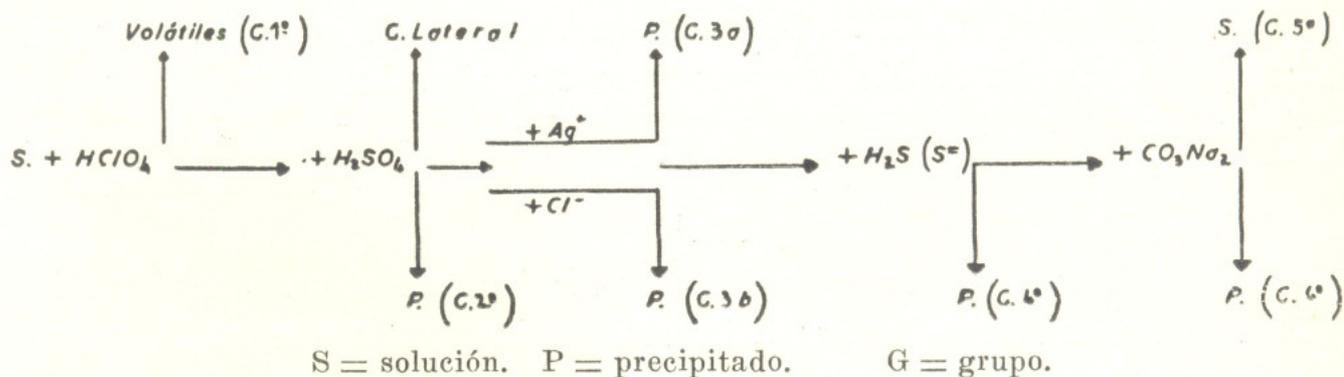
para elementos que tienen reacciones poco sensibles la proporción puede ser mayor.

Una marcha sistemática general ofrece la ventaja de aprovechar lo más posible la muestra sometida al análisis, evitando al mismo tiempo el fraccionamiento de muestras que exigen las marchas parciales.

En general, he respetado los grupos clásicos analíticos que en la práctica corriente han demostrado ser de gran utilidad como método de separación e investigación; en ese aspecto, el mérito del trabajo es buscar una coordinación que permita la investigación simultánea de aniones y cationes.

La marcha será bosquejada sobre la base de una solución acuosa, ya sea que el problema se presente en esa forma, ya sea proveniente de la disolución de la muestra sólida en agua, ácidos diluídos o concentrados; la diferencia estará en que la investigación del primer grupo, aniones que dan productos volátiles en medio ácido, se hará en el momento mismo de emplear el disolvente ácido.

Con el fin de facilitar el estudio de la marcha proyectada daré el siguiente esquema:



Como puede observarse, la marcha se desarrolla empleando sucesivamente:  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3\text{Ag}$  o  $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{S}=\text{}$  en medio ácido) y  $\text{CO}_3\text{Na}_2$ , que separan seis grupos principales o troncales; a la altura del  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , además del precipitado que se puede originar, se separa una fracción de la solución para ensayos especiales que forman un grupo lateral (G. L.).

Grupo 1º Aniones que en medio ácido ( $\text{HClO}_4$ ) y en caliente dan productos volátiles:  $\text{CO}_3^=$ ,  $\text{SO}_3^=$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^=$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{ClO}^-$  y  $\text{CN}^-$ .

Grupo 2º Cationes que precipitan con  $\text{SO}_4^=$  en medio ácido;  $\text{Ba}^{++}$ ,  $\text{Pb}^{++}$ ,  $\text{Sr}^{++}$ .

Grupo 3º Aparecen dos posibilidades. Un ensayo previo realizado en G. L. define la orientación: adición de  $\text{NO}_3\text{Ag}$  o de  $\text{NaCl}$ .

Grupo 3a. Aniones que precipitan con la  $\text{Ag}^+$  en medio ácido:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ .

Grupo 3b. Cationes que precipitan con el  $\text{Cl}^-$  en medio ácido:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{++}$ .

Grupo 4º Es el grupo clásico del  $\text{H}_2\text{S}$  en medio  $\text{HCl}$  0,3 N (pH ~ 1). En esta marcha se emplea como agente precipitante un sulfuro de amonio de controlada alcalinidad.

Precipitan en frío:  $\text{As}^{+++}$ ,  $\text{Sn}^{++}$ ,  $\text{Sn}^{4-}$ ,  $\text{Sb}^{++++}$ ,  $\text{Sb}^{5+}$ ,  $\text{Hg}^{++}$ ,  $\text{Cu}^{++}$ ,  $\text{Bi}^{+++}$ ,  $\text{Cd}^{++}$ , en caliente  $\text{As}^{5+}$  ( $\text{AsO}_4^{\equiv}$ ).

Grupos 5º y 6º Descomponiendo en caliente con exceso de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$ , se origina: una solución (G. 5º) y un precipitado (G. 6º).

G. 5º (Solución alcalina):  $\text{PO}_4^{\equiv}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Ox}^=$  (oxalato),  $\text{BO}_2^-$ , Acetato,  $\text{K}^+$ .

G. 6º (Precipitado):  $\text{Fe}^{+++}$ ,  $\text{Cr}^{+++}$ ,  $\text{Al}^{+++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ,  $\text{Co}^{++}$ ,  $\text{Ni}^{++}$ ,  $\text{Mn}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ .

Grupo Lateral (G. L.). Se realizan ensayos de orientación para definir la existencia de los grupos: 3a o 3b; además, se realiza la investigación sistemática de:  $\text{CrO}_4^=$ ,  $\text{ClO}_3^-$  ( $\text{BrO}_3^-$   $\text{IO}_3^-$ ),  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ .

Entre los constituyentes que quedan fuera del esquema están  $\text{S}^=$ ,  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{\equiv}$ ,  $\text{Fe}(\text{CN})_6^=$ ,  $\text{SO}_4^=$  y  $\text{Na}^+$ .

Como los tres primeros molestan prácticamente, en la aplicación de la marcha conviene hacer su investigación previa que se hace por reacciones a la gota y toques;  $\text{S}^=$  con papel de  $\text{Pb}^{++}$ ; ferro y ferricianuro con sales  $\text{Fe}^{+++}$  y  $\text{Fe}^{++}$ .

Referente a la investigación del  $\text{Na}^+$  podría incluirse en el grupo lateral; como también la del  $\text{SO}_4^=$  si la toma de la solución se realiza antes de agregar el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; sobre estos detalles insisto al final.

La marcha ha sido totalmente estudiada dentro de la finalidad y límites establecidos; el estudio de los grupos incluyendo la coordinación, se publicarán en forma sucesiva y comprende los siguientes trabajos:

Estudio del 1er. Grupo: Aniones que originan en medio ácido productos volátiles.

Estudio del 2º Grupo y Grupo Lateral.

Estudio del 3er. Grupo (Grupos 3a y 3b).

Estudio del 4º Grupo: Grupo del H<sub>2</sub>S empleando un sulfuro de controlada alcalinidad.

Estudio de los Grupos del CO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub> (5º y 6º Grupo).

Con el fin de que los lectores de esta parte puedan tener una idea más real de la marcha puedo adelantar:

1º Las técnicas, en general, han sido desarrolladas para una investigación ágil y sencilla de los constituyentes del grupo en cantidad de 0,5 a 1 mg.; ya sea solos, o en presencia hasta de 10 mg. de un constituyente del grupo.

2º El 1er. grupo que es un grupo clásico de aniones, se desarrolla empleando I gota de soda suspendida como fijador y papeles reactivos.

3º El 2º grupo es relativamente conocido, pues figura en algunos esquemas de análisis cualitativo.

4º Los grupos 3a y 3b son grupos clásicos.

5º El grupo 4º es el grupo clásico del H<sub>2</sub>S; la principal innovación es emplear una solución de sulfuro de amonio de controlada alcalinidad, de conocida capacidad precipitante y buena conservación. Además, se desarrolló una técnica de precipitación en tubo cerrado que facilita la saturación del H<sub>2</sub>S y evita el pasaje al aire de dicho gas.

6º Los grupos del CO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub> (5º y 6º) se apartan de los esquemas clásicos; pero logró coordinarse una técnica sencilla y única, que se aplica tanto en ausencia como en presencia de fosfatos, fluoruros y oxalatos.

### Modificaciones a la marcha estudiada

Terminado el estudio de los distintos grupos surgió la conveniencia de ajustar la marcha en algunos aspectos para hacerla más completa y darle mayor unidad.

La modificación más importante, que se estudiará en primer término, es la posibilidad de unificar los ensayos de orientación con el grupo lateral, complementado con la investigación de los constituyentes todavía no incluidos en la marcha; en esta forma tendríamos una especie de marcha auxiliar.

Teniendo en cuenta la experiencia adquirida en el estudio del G. Lateral y como la mayoría de los constituyentes que faltan agregar tie-

nen reacciones muy sensibles, es posible destinar una muestra pequeña, alrededor de 5 mg., para realizar la siguiente marcha auxiliar.

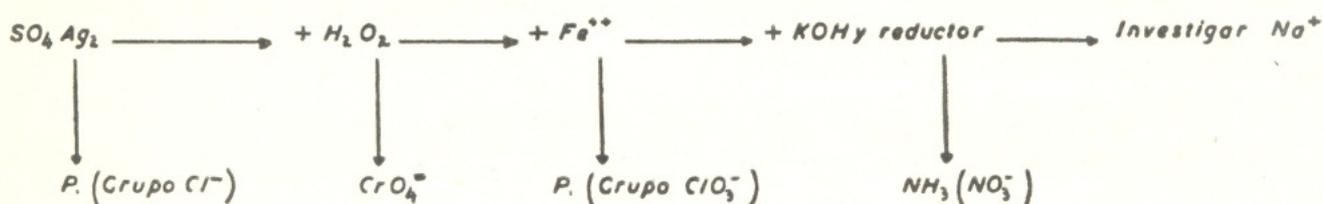
Esquema provisorio para la marcha auxiliar:

1º Reacciones al toque o a la gota con sal de  $Pb^{++}$  (S=);  $Fe^{+++}$  (ferrocianuro),  $Fe^{++}$  (Ferricianuro).

2º Adición de  $Ba^{++}$  (como  $Ba(OH)_2$  o acetato). Investigación del  $SO_4^{=}$ .

3º Descomposición en caliente con  $CO_3K_2$  en exceso. Investigación de  $NH_4^+$ . La solución se acidula con  $H_2SO_4$ . Los posibles precipitados, por el momento no se utilizan.

4º La solución se somete a estos reactivos escalonados:

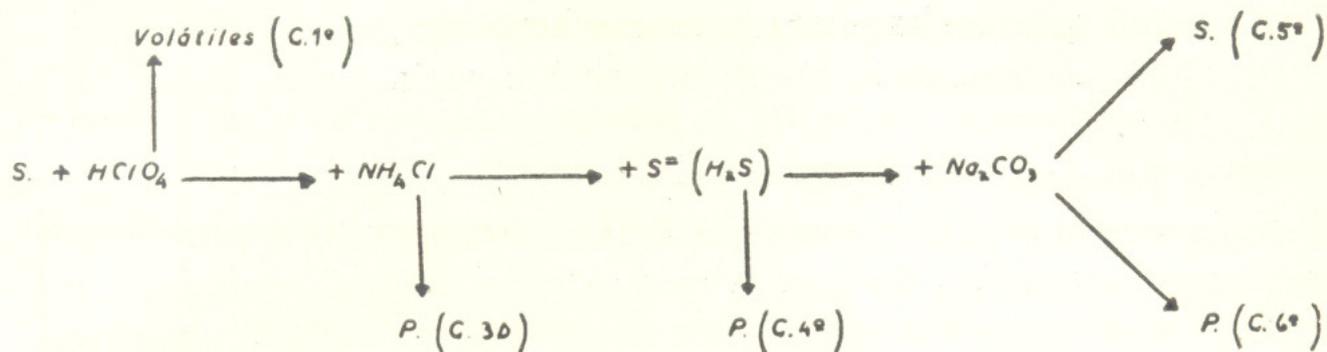


La separación del grupo de  $Cl^-$  ( $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $SCN^-$ ) en esta marcha auxiliar puede hacer desaparecer el grupo G. 3a de la marcha principal, pues los ensayos ya realizados han establecido que el esquema estudiado para dicho G. 3a ha resultado satisfactorio operando con cantidades muy inferiores de los constituyentes del grupo.

Cuando se desea aprovechar al máximo la muestra para análisis, dentro de los ensayos de la marcha auxiliar, pueden involucrarse algunos ensayos preliminares, tales como: ensayos de solubilidad, reacción y concentración de las soluciones; igualmente pueden estudiarse modificaciones para salvar algunos defectos de la marcha principal, como la separación del  $SO_3^{=}$ , empleando acetato de  $Sr^{++}$  (precipitación conjunta con el  $SO_4^{=}$ ).

Otra modificación, que podría tener carácter facultativo, sería suprimir el 2º grupo ( $Ba^{++}$ ,  $Sr^{++}$ ,  $Pb^{++}$ ); la realización de este 2º grupo ofreció varios inconvenientes, en especial, la presencia de cationes hidrolizables capaces de precipitar en medios poco ácidos; la supresión del grupo no causa mayor trastorno, pues el  $Pb^{++}$  se investiga en el grupo del S=; y el  $Ba^{++}$ ,  $Sr^{++}$  pasarían juntamente con el  $Ca^{++}$  en el precipitado del  $CO_3Na_2$  (6º grupo).

El esquema de la marcha principal será:



Los paréntesis indican los grupos estudiados en la marcha actual. De hecho la marcha quedaría reducida a sólo seis grupos: cinco grupos en la marcha principal o troncal; la marcha auxiliar, ya que está sistematizada sobre una fracción de muestra, constituye un grupo lateral (especial).

### Consideraciones sobre ejecución de la marcha

Respecto a la realización de la marcha, en su iniciación no difiere de las marchas corrientes, pudiéndose aplicar las normas generales sobre estudio y disolución de muestras sólidas, determinación de la concentración de las soluciones, etc.; la única recomendación destacable es que al efectuar el primer tratamiento ácido conviene realizar los ensayos del 1er. grupo, aniones que dan productos volátiles.

**Material y reactivos.**— Siendo el propósito desarrollar una técnica semimicroquímica aplicando la centrifugación para la separación de las fases líquidas y sólidas (en general, precipitados) se emplean tubos de centrífuga del tipo corriente: cónicos en el tercio inferior de unos 12 centímetros de largo, 18 mm. de diámetro de boca y de una capacidad total alrededor de 16 ml.; como centrífuga, hemos empleado centrífugas eléctricas de dos tubos.

Además del material corriente, que no es necesario describir, se debe disponer: vasos de Bohemia (vidrio Pirex) de unos 50 ml. de capacidad; hemos dado preferencia a ese material para realizar las operaciones de tratamiento y concentraciones a sequedad, siempre que no impliquen una calcinación; en las evaporaciones en baño de agua es fácil ajustar la altura mediante un triángulo de porcelana u otro soporte con orificio adecuado; también se debe disponer de matraces de Erlenmeyer de 50 ml.

Para los baños de agua se emplean vasos de Bohemia o tarros esmaltados.

La calefacción se hace con micromecheros de gas.

Cuando sea necesario algún material especial se describe en su oportunidad.

Para los reactivos nos hemos ajustado, en general, a la condición de emplear reactivos corrientes que deben, lógicamente, ajustarse a las condiciones esenciales de pureza que exige el análisis químico cualitativo.

Durante el desarrollo de la marcha se irá indicando la composición y verificaciones de los reactivos; cuando la técnica exija reactivos especiales se detallará la forma de su preparación como sucede con el sulfuro de amonio empleado en sustitución del  $H_2S$  y el papel redox, como reactivo de orientación en el 1er. grupo.

### Esquemas de las técnicas. Abreviaturas y siglas

Con el fin de facilitar el desarrollo técnico de la marcha se adopta el sistema de esquemas, los que son simplificados empleando abreviaturas y siglas. Las más empleadas son las siguientes:

S.: solución, solubilizar.

P.: precipitado, precipitación.

P. P.: indica la precipitación total; adición de reactivo hasta precipitación total.

S=: se refiere al sulfuro de  $NH_4$ ; empleado en sustitución del  $H_2S$ .

G.: grupo.

R.: reactivo, reacción.

A.: ácido.

+: adicionar, agregar el reactivo indicado a continuación.

~: indica aproximado alrededor.

<: indica una centrifugación; separando una solución (S.) y un precipitado o residuo (P.); si a continuación del signo < no aparece S. y P. es porque será despreciado, a veces se usará la letra T.

T: indica, tirar.

ST.: (tirar solución).

P. T.: (tirar precipitado).

Seq.: evaporar o concentrar a sequedad; técnicamente se debe evitar el calentamiento del residuo sólido.

B. A. E.: baño de agua en ebullición (temperatura de unos 100°).

B. A. S.: baño de agua suave (unos 70°) o poco tiempo, B. A. E.

r. al.: reacción alcalina al tornasol.

r. ac.: reacción ácida al tornasol.

Números romanos: indica número de gotas de un reactivo.

Reactivos: en los esquemas, la fórmula química representa el reactivo a la concentración que indica la técnica.

Salvo casos especiales se emplean estas fórmulas:

HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HClO<sub>4</sub>; NH<sub>3</sub> para la concentración 3N.

KOH, NaOH, A. acético, a. fórmico para la concentración 6N.

La letra "c" después del símbolo indica: concentrado, concentración HCl. c. (D.1, 19); HNO<sub>3</sub> c. (D.1, 40); NH<sub>3</sub> c. (al 20 %).

Símbolos corrientes: se emplean con el significado generalmente admitidos; ejemplos: mg. (miligramo); ml. (mililitro); ' (minuto); '' (segundo).

Cuando sea necesario otras abreviaturas, se indicarán en cada caso.

---

### Estudio crítico de las marchas propuestas en este trabajo

Como se ha expresado es muy difícil dar una marcha general de análisis cualitativo; la marcha propuesta, aún limitando los constituyentes a las más corrientes y dentro de las proporciones medianas que comprende los constituyentes principales de una mezcla, no ha llenado totalmente el ideal de marcha única. Con las modificaciones proyectadas dentro del grupo lateral, la marcha se acerca bastante a las posibilidades de una marcha única simultánea para aniones y cationes; en este sentido posiblemente sea uno de los esquemas de análisis cualitativo más amplio. Las ventajas de una marcha única, simultánea para aniones y cationes, son:

1º Posible empleo como marcha previa de orientación permitiendo un mejor rendimiento del material.

2º Marcha única en el caso de material muy limitado.

3º La sistematización completa reduce los ensayos laterales y hay menos posibilidad de olvidar la investigación de elementos.

4º Da de inmediato una vista amplia y general del problema; las marchas separadas de aniones y cationes dan vistas parciales, haciendo perder a los principiantes la unidad del problema.

5º La alternación coordinada va descubriendo y eliminando interferencias; la presencia de algunos aniones del grupo de los volátiles son una interferencia general en la investigación tanto de aniones como de cationes; además, la marcha propuesta ha anulado prácticamente la interferencia debido a la presencia de fosfatos, oxalatos y fluoruros.

6º La marcha simultánea propuesta, de hecho, termina el viejo pleito sobre la conveniencia de realizar, en primer término, la marcha de aniones y de cationes.

El principal inconveniente es que la marcha simultánea exige mayor atención del operador, que debe pensar más durante el desarrollo; pero ese inconveniente, al terminar se traduce en una ventaja, pues se tiene una vista más amplia y completa del problema.