

Ensayo sobre adaptación del método de Bertrand a la técnica semimicroquímica

Por AZUCENA MENDIBEHERE

Q. Farmacéutica Ayudante de Análisis Químico Aplicado

Por sugerencia del Dr. Juan F. Saredo realicé este pequeño trabajo, sobre adaptación del método de Bertrand a la técnica semimicroquímica.

El método de Bertrand consiste en reducir una solución cúprica mediante la solución de azúcar a determinar, calentando a ebullición durante un tiempo determinado, filtrar el óxido cuproso formado y disolverlo con solución férrica; luego, determinar la sal ferrosa formada, por una solución valorada de KMnO_4 .

Al adaptar este método a la técnica semimicroquímica, se han modificado algunas condiciones experimentales; en cuanto a los reactivos, se han empleado los mismos que en el método de Bertrand.

El contenido de azúcar reductor en la toma de ensayo para el Bertrand, debe estar comprendido entre 10 y 100 mgrs.; en los ensayos semimicroquímicos, se ha trabajado con tomas cuyos límites eran 1 y 10 mgrs. La reducción de la sal cúprica por el azúcar, se hace aquí a baño maría hirviendo.

Por otra parte, trabajando en tubos de centrífuga, se evita la filtración ya que el precipitado de óxido cuproso, puede separarse cuantitativamente por centrifugación.

Se ha comprobado que al centrifugar y decantar no hay pérdida de óxido cuproso, reuniendo los líquidos de decantación, proveniente de varias operaciones y determinando allí el posible óxido cuproso, habiéndose obtenido resultados negativos.

La técnica a seguir es la siguiente: en tubos de centrífuga se colocan, 2 cc. de la solución de azúcar reductor, 2 cc. de solución cúprica y 2 cc. de solución tartárica. Se deja a baño maría hirviendo durante 3 minutos, se centrifuga 2 minutos y se decanta. Se agregan alrededor de 3 a 4 cc. de agua destilada caliente para lavar el precipitado, se centrifuga y decanta.

Se disuelve el precipitado con 3 ó 4 cc., de solución férrica y se agrega solución valorada de KMnO_4 , hasta color rosado, final de reacción. Puesto que las condiciones de trabajo son distintas a las del método de Bertrand, ha sido indispensable construir ta-

blas experimentales de correspondencia cuantitativa entre el peso de azúcar reductor y el peso de cobre obtenido, deducido de la cantidad de KMnO_4 , valorado empleado en la dosificación.

Los valores que figuran en la tabla son promedios de 6 a 8 determinaciones concordantes.

Glucosa en mgrs.	Cobre en mgrs.
1	1,8
2	3,8
3	5,7
4	7,6
5	9,6
6	11,2
7	13,0
8	14,3
9	16,9
10	18,1

Para construir esta tabla se trabajó con soluciones de glucosa pura, cuyo contenido en glucosa estaba comprendido entre 0gr.5 y 5grs. ‰ . Las normalidades de las soluciones de KMnO_4 empleadas eran, desde 0,01N para las soluciones conteniendo 0gr.5 de glucosa, hasta 0,1N para las que contenían 5gr. ‰ .

En esta forma se gastaban de 2 a 3 cc. de KMnO_4 , lo que permitía hacer la dosificación en el tubo de centrífuga.

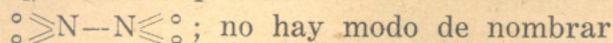
Considerando que sería interesante la aplicación de este semimicrométodo a análisis biológicos y bromatológicos sencillos, se han hecho ensayos en vino y en orina.

Ensayos en vinos. — Se trabajó con un vino tinto, el que se decoloró según la técnica corriente con carbón animal. Siguiendo el método de Bertrand, se encontró 1gr.16 de glucosa ‰ ; aplicando la técnica semimicroquímica y las tablas construídas a ese fin, se encontraron los valores siguientes, 1gr.19, 1gr.16, 1gr.14 ‰ .

Además, se mezcló el vino con distintas soluciones valoradas de glucosa obteniéndose así una serie de valores comprendidos entre 1gr. y 3gr. ‰ . Los resultados obtenidos fueron ampliamente satisfactorios.

(Continúa en la pág. 32)

riamente a la fórmula P_4S_{10} ; el nombre *tróxido de nitrógeno* no conduce a la fórmula N_2O_4 , a menos que se conozca la estructura



no hay modo de nombrar adecuadamente en este sistema a los *polisulfuros de sodio o de potasio*, pues los nombres *monosulfuro, bisulfuro, de potasio, etc.*, no indican necesariamente las fórmulas SK_2 , S_2K_2 , S_3K_2 , etc. Existen muchos compuestos que están en el mismo caso.

El prefijo *sexqui* y la palabra *salino*, que indican la composición A_2B_3 y A_3B_4 , son concluyentes, pero se usan con poca frecuencia: así se dice *trisulfuro de arsénico* en vez de *sexquisulfuro de arsénico*; por otra parte, esto no resuelve la dificultad puesto que quedarían todos los demás casos.

II) Prefijos y sufijos literales relativos.

— Tales son: *hipo, sub, per, hiper, etc.*, y *oso, ico, ito, ato, etc.*, que se emplean en casi todos los grupos de n.: óxidos, anhídridos, ácidos, sales, etc. Estos elementos se caracterizan por indicar no una composición numérica determinada, sino por constituir una indicación *relativa*, es decir, que un elemento o radical determinado participa en un compuesto *un mayor número de veces* que en otro. Así el *sub-óxido de cobre* tiene menos oxígeno que el *óxido*; el *peróxido de plomo* posee más oxígeno que el *protóxido* del mismo metal; el *subcloruro de plata* Cl_3Ag_4 tiene menos cloro que el *cloruro de plata* $ClAg$; los *anhídridos y ácidos hipocloroso, cloroso, percloroso, clórico y perclórico*, tienen sucesivamente mayor proporción de oxígeno; etc., etc.

Ahora bien; para convertir una indicación relativa en absoluta, es necesario conocer el término de relación. Este rara vez se define en la n. clásica (v. gr. la definición de *protóxido* con la regla de Regnault: Pérez Ara⁽¹⁾ (p. 1154); pero aun en estos casos, sin contar con que representa una complicación, resulta insuficiente, por cuanto la relación v. gr. del per-compuesto al proto-compuesto no es solamente respecto al término inicial sino a todos los intermedios: así, entre el *anhídrido permangánico* Mn_2O_7 y lo que podría ser el *protóxido de manganeso* MnO , existe el Mn_2O_3 , el Mn_3O_4 , el MnO_2 y el MnO_3 .

En segundo lugar, otra falla importante es la *multiplicidad de nombres*, tan molesta y que es causa de confusiones, de olvidos, de cansancio mental y conspira incluso contra el conocimiento y la individualización de las sustancias.

No existe prácticamente un grupo de sustancias que no pueda nombrarse en más de una manera, incluso descartando las denominaciones ya anticuadas, tales como por ej., *ácido hidrosulfúrico y sulfido-hídrico* al H_2S .

En efecto, este ácido se llama hoy día, además, *hidrógeno sulfurado, sulfuro de hidrógeno y ácido sulfhídrico*. Existe con suma frecuencia confusiones y ambigüedades molestas, en casos tales como cuando se llama al Cl_4Sn *cloruro estánnico y tetracloruro de estaño*; al Cl_2Pb *cloruro de plomo* y al Cl_4Pb *tetracloruro de plomo*; etc.

Pero en algunos casos la pluralidad de nombres llega a extremos increíbles y sin que haya, en general, mayor preponderancia de uno sobre los demás: tal es el caso del grupo de las llamadas sales ácidas. He aquí los nombres con que hoy día puede designarse indiferentemente, al PO_4H_2Na : *fosfato diácido de sodio; fosfato ácido monosódico; fosfato monosódico; fosfato de sodio monometálico*; y existe otra forma, nombrándolos como *bi, sexqui, tri, etc.*, sales, tal como *bicarbonato de sodio* al CO_3HNa , etcétera. Y finalmente, la n. moderna introduce otras formas que serían para el primer compuesto considerado, *dihidro fosfato de sodio y fosfato de dihidrosodio*. Es decir, en conjunto, *siete* modos de denominación.

Sería larga la lista de sinonimias de denominación, y desde luego no se hace aquí; los ejemplos citados son suficientes para ilustrar el estado caótico de la actual n. clásica.

En tercer lugar, como sistema, puede decirse que posee actualmente demasiados elementos, lo que lo hace confuso y difícil de dominar. En efecto, recurre, además de los radicales de los nombres de los elementos, a muchos prefijos y sufijos literales, prefijos numerales, y términos tales como *ácido, básico, doble, mixto, anhídrido, salino, etc.* Algunos elementos tienden a suprimirse; tales son los prefijos *sub, proto y sexqui* (Parting-

Viene de la pág. 23

Ensayos en orina. — Se trabajó con una orina normal, es decir sin glucosa la que se mezcló con soluciones valoradas de glucosa, de modo de obtener una serie de valores comprendidos entre 1gr. y 5gr. ^o/₁₀₀.

Como reactivo defecante se empleó el de Courtone, una vez defecada la orina conteniendo glucosa, se procedió en forma similar a las ya descritas. También se ensayó con buenos resultados, realizar la defecación en el mismo tubo de centrífuga, tratando 5cc. de orina, con 0cc.5 es decir la décima parte de reactivo de Courtone, centrifugando y haciendo luego la toma de ensayo del líquido que sobrenadaba.

Las cantidades de glucosa halladas, fueron concordantes con las que se habían adicionado a la orina.

ton) pero ello, lejos de simplificar el sistema, lo complica más aún.

Finalmente, en cuarto lugar, la n. clásica, tal como se presenta hoy, carece de unidad total. La diversidad de formas de n., se manifiesta, como puede apreciarse en el principio de n. binaria, no sólo en cuanto a los dos nombres, sino también en la correspondencia de cada uno de ellos con la polaridad eléctrica del elemento o radical que designan.

Es así que las sales ácidas, básicas, mixtas, dobles, etc., tienen en realidad tres palabras y no dos; y en cuanto a lo otro, si bien en general el nombre genérico coincide con la parte electronegativa y el específico con la electropositiva, esto no sucede siempre.

Por otra parte, compuestos de la misma composición poseen formas de n. completamente distintas. Tal es lo que sucede con los óxidos y anhídridos. (Esto fué subsanado por las nuevas n., que nombran todos los compuestos binarios oxigenados como óxidos). Un ejemplo de mayor unidad lo ofrece la n. anglo-sajona, por ejemplo, en la n. inglesa, uniformando todos los compuestos binarios con la terminación *ide* de los nombres genitivos: "sodium chloride", "sodium oxide", etc.

Nomenclaturas modernas. — La complicación y ambigüedad creciente de la n. clásica, motivada en parte por su resistencia instintiva al uso de indicaciones numéricas dado su carácter cacofónico, y el empeño en indicar caracteres cualitativos secundarios (anhídrido, meta, piro, etc.), influyó al parecer en la tendencia moderna, que se vuelca justamente en el extremo opuesto. Los dos sistemas de n. moderna, constituídos sobre los cimientos de la n. clásica, o el sistema mixto formado por ambos, son mucho más fáciles de dilucidar. Véase, por ejemplo (1), (2), (6) y (7).

En lo que se refiere a la expresión de la composición, la n. de participación es indudablemente lo más completo, claro y simple que pueda imaginarse, y si bien no la hemos visto aplicada a los casos más complejos tales como los ácidos politiónicos, iso- y heteropoli-radicales, etc., prácticamente al menos (Riesefeld, que dice adoptar las n. modernas, usa aquí los nombres tradicionales) indudablemente extremando su aplicación, no habría compuesto complicado cuya composición no pudiera ser expresada, puesto que en el fondo esta n. enuncia sucesivamente la participación de los distintos integrantes de la molécula. Claro que esto ya no sería un nombre, sino más bien un inventario molecular.

Por el contrario, la n. de valencia falla incluso en casos bastante sencillos: precisamente en los casos ya mencionados de las

valencias oscuras, cuando existen uniones entre átomos de un mismo elemento (determinando lo que se llama valencias aparentes) y cuando son de estructura desconocida; tal es el caso del N_2O_4 , N_2H_4 , los polisulfuros de los metales alcalinos, etc. Lo mismo puede decirse de los óxidos salinos, cuya fórmula no se deducirá fácilmente del nombre suministrado por esta n.; por ej., *óxido de hierro -II, III*, para el Fe_3O_4 . Y ya no hablamos de los casos más complejos. Es por ello que esta n. no puede servir por sí sola (como se deduciría de la exposición de Riesefeld) debiendo ser completada, para los casos apuntados, por la n. de participación [s. *Delépine* (6)].

En cambio, en lo que se refiere a la cualidad de biunivocidad, no se le puede hacer ningún reproche a estas n.; lo mismo puede decirse respecto al número de elementos, que son mínimos (quizás demasiado pocos) y al atributo de la unidad del sistema.

Pero las fallas más serias aparecen cuando se considera el aspecto de sencillez del nombre, elemento fundamental para la difusión práctica del mismo. Los nombres de participación se hacen demasiado largos y más difíciles de recordar. Tanto éstos, como los nombres de valencia son, creemos, menos eufónicos que los nombres clásicos. Compárese, en efecto, en todos los aspectos encarados, los siguientes nombres modernos: *trisulfato de dialuminio*, *tricarbonato de dihierro*, *sulfato de disodio*, *fosfato dihidro monosódico*, *difosfato de tricalcio*, etc., con los respectivos de la n. clásica: *sulfato de aluminio*, *carbonato férrico*, *sulfato de sodio*, *fosfato diácido de sodio*, *fosfato de calcio*, etc.; los nombres *óxido de carbono-II*, *óxido de carbono-IV*, *óxido de hierro-II, III*, etc., con *óxido de carbono*, *anhídrido carbónico*, *óxido salino de hierro*. Lo que más llama la atención en ambos casos, es la poca eufonía, su escasa calidad de nombres propiamente dicho. Al parecer, en el deseo de evitar la ambigüedad de las denominaciones clásicas, se cae en exageraciones, que implican un total olvido de las normas elementales de la n. racional; véase si no el ej. del $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ que llaman (*Pérez Ara* (1) (p. 1209) *trinitro-triamino-cobalto-III!*, cuando la valencia, es totalmente innecesaria, dado que se especifica todo lo que hay en la molécula.

Puede sugerirse que las afirmaciones que aquí se hacen acerca de la ductilidad eufónica, están influenciadas por el hábito de unos nombres y la novedad de otros, pero de todos modos, al hacerlas, no se estaba, a este respecto, desprevenido.

Así, que, el empleo generalizado de estas

n., consideradas independientemente (Riesfeld usa una y otra, pero al parecer sin ningún criterio fijo de preferencia o discriminación) nos parece totalmente inconveniente; para los casos sencillos, no son necesarios; para los complicados, la n. de valencia es casi tan insuficiente como la n. clásica, a todo lo cual hay que agregar su impracticidad, hasta el extremo de que quizás pueda afirmarse que aunque no tuvieran aquellos inconvenientes, de todos modos no tendrían una difusión como nombres de apelación en el uso científico corriente. Al parecer, su empleo puede ser aconsejable para cierto número de casos de sustancias algo complicadas.

En lo que se refiere a la difusión de las n. modernas, podemos decir que en los numerosos tratados modernos que se han consultado, salvo el tratado de Riesfeld, se ha encontrado poco vestigio de ellas, (Montequi, etc.), pero se tiene el testimonio afirmativo de V. Alves de Souza⁽⁹⁾ quien afirma que la n. de valencia "ya se va generalizando, mismo para libros técnicos de química analítica y aplicada".

En cuanto a la sistematización de ambas por la Comisión de Reforma de la Nomenclatura Inorgánica de la "Unión Internacional de Química"⁽⁷⁾, cabe decir que representa un considerable adelanto respecto a cada una de ellas por separado o incoordinadas; en efecto, discrimina, aunque en forma algo vaga, cuando ha de aplicarse una u otra y cuando pueden usarse los nombres de la n. clásica. Pero no puede salvar las limitaciones propias de estas n., especialmente en lo atingente a los elementos de sencillez, como ya se ha expresado, lo cual impide, a nuestro juicio, su adopción. No establece una rigurosa correspondencia biunívoca, en algunos casos en forma manifiesta (heteropoliradicales) y en otros por la vaguedad en la discriminación del empleo de las distintas n.

Este sistema, al igual que todos los anteriores, no racionaliza los nombres de los oxiradicales de los ácidos y sales, aceptando salvo correcciones aisladas — los nombres clásicos; es decir, que no dilucida ni el número de átomos de oxígeno, ni la valencia de los oxiradicales (sencillos, isopoliradicales, heteropoliradicales, etc.). En lo que se refiere a la valencia, en las sales lo puede resolver indicando las participaciones, pero en los ácidos no puede hacer lo mismo, a menos que emplee nombres tales como *tetrácido dibórico* para el $B_2O_5H_4$, etc.

Por otra parte, aceptamos algunas de sus indicaciones particulares tales como la mención de las sustancias por su fórmula en la

escritura (lo cual no debe sin embargo exagerarse), el nombre de *ión hidronio*, etc. y en general las referentes a la notación química.

Algunas formas de n. adoptadas en este trabajo, como en el caso de las sales básicas, coinciden con los de esta Comisión.

Puede parecer osado el criticar una n. elaborada recientemente por una Comisión Internacional, sobre la base de proposiciones formuladas y discutidas hace ya años, es decir, ya maduras y no improvisadas; y por añadidura, proponer un sistema distinto. Pero ello no es así si se piensa que la solución de la Comisión Internacional puede ser la mejor dentro de la orientación que sigue, pero esa orientación puede no ser la mejor. Precisamente las sugerencias que motivan este escrito y cuya fundamentación ocupa buena parte de él, obedece a la adopción de otra orientación.

Como ejemplo de n. nueva, citemos el sistema de P. Guimarães da Fonseca⁽⁸⁾ que tiene algunos elementos de interés. Se trata de una n. de participación generalizada, abarcando incluso los oxiradicales sencillos, inspirada, según propia declaración del autor, en la n. de los complejos y en la de la química orgánica. Tiene, en este sentido, el innegable mérito de homogeneizar toda la n. química. Pretende ser, además, de carácter internacional. Usa los nombres abreviados de los elementos y establece un conjunto de criterios generales. Es indudablemente muy sencilla y unitaria.

Pero estos méritos lo son sólo en tanto que criterios generales; en efecto, esta n. es acreedora a las mismas críticas que la n. de participación, pues no reúne los elementos de sencillez (brevedad, eufonía, retención) indispensables para su practicidad, con el agravante de ser totalmente nueva, con lo cual abre un abismo con toda la literatura química pasada. No nos parece adecuado ni posible la difusión de nombres tales como *nitrogen-trihidro* (NH_3), *diferrotrioxido* (Fe_2O_3), *nitrogen-trioxi-óio* (NO_3H), *fosfo-tetroxitrisodio* (PO_4Na_3), etc. Resulta evidente que casi la única preocupación ha sido la expresión de la composición, paso a paso; si no hubiera otra solución, esta sería la solución, pero la n. clásica ha demostrado cabalmente otra posibilidad, mucho más práctica.

El carácter internacional de esta n. es muy parcial, puesto que sólo abarca algunas lenguas occidentales; por otra parte, la internacionalización de una n. sin un lenguaje internacional nos parece imposible, como se verá luego.

(Continuará en el próximo número)