

Miscelánea (Textos Varios de Laboratorio Químico)

por Carlos Eduardo Núñez

Texto libre y gratis para usos no lucrativos nombrando la fuente.

www.cenunez.com.ar

En este escrito llamado Miscelánea se desarrollarán una serie de explicaciones, recomendaciones y consejos acerca de temas variados de laboratorio que me pareció que no requieren de capítulos especiales. Es una lista abierta de temas muy variados de laboratorio, por lo que posiblemente en el futuro se agreguen otros temas. Por ello voy a colocar, tanto a continuación como en la página de vínculos, la fecha de la última versión.

Versión de junio de 2011

1.- EFICIENCIA Y EXACTITUD

Me dicen que prepare 200 mL de una solución de hidróxido de sodio al 1% y hay cuatro balanzas en el laboratorio de distinta precisión y sensibilidad. La primera es para pesos grandes de hasta 25 Kg con una aproximación de 1 gramo, la segunda granataria de hasta 300 g y apreciación de la centésima, una tercera hasta 150 gramos y apreciación de la milésima de gramo y la cuarta una analítica de hasta 120 g y apreciación de la diez milésima de gramo. ¿cual uso?. Mi razonamiento es el siguiente:

Primero; la naturaleza no es exacta ni unitaria, así que casi con seguridad el que preparó la técnica puso un valor sencillo y corriente para decir una solución diluida de NaOH. Distinto hubiera sido si la consigna fuera preparar una solución de 1,07%, es decir un valor con decimales. Por lo tanto quién dice 1% dice 1,1 o 0,9 y hasta 1,15 y 0,85, porque esos valores en el redondeo son 1%. Por otro lado el hidróxido de sodio viene en granallas de 200 miligramos cada una, y esa es mi unidad de variación de peso.

Segundo; de esta manera descarto la analítica y la de la milésima de gramo no porque no me sirvan sino porque es un despropósito tanta apreciación, y por otro lado en estas balanzas las pesadas son más lentas porque hay que trabajar con cuidado y posiblemente haya que apagar extractores o aires acondicionados, etc. que no permiten la estabilidad de la balanza.

Tercero; tengo que pesar 2 gramos y la de 25 Kg tiene una apreciación de un gramo, es decir que me salta de 1 a 2 directamente, por lo que estadísticamente puedo cometer un error de medio gramo es decir el 25% lo que es demasiado.

Cuarto: por lo tanto la balanza más conveniente para pesar un gramo de hidróxido de sodio es la granataria de la centésima de apreciación.

2.- GOMA CRUDA

La goma, caucho, o "hule" en América Central, es el producto final de la elaboración de los látex exudados por muchas plantas tropicales, que desde la década del 50 han sido desplazado por polímeros sintéticos provenientes de la transformación petroquímica de los hidrocarburos del petróleo. Es un polímero de unidades isopreno o butadieno, de mayor o menor grado de polimerización, al que se le agregan cargas, plastificantes, pigmentos, etc., y se le produce el proceso denominado "vulca-

nizado", por el que se introducen, a través de átomos de azufre, uniones cruzadas entre las moléculas del polímero. El vulcanizado disminuye la elasticidad y aumenta la dureza, la duración y la resistencia mecánica del producto original. Además, el vulcanizado elimina la termoplaticidad intrínseca del material, que es la propiedad que nos ocupa.

La goma cruda es un caucho especialmente preparado que posee las sustancias vulcanizantes pero no ha sido "cocido" y por lo tanto es maleable y moldeable aún a baja temperatura, pero que luego de calentado se vulcaniza. Se utiliza habitualmente en los talleres de reparación de neumáticos para emparchar las cámaras perforadas, y se puede conseguir en los negocios que venden los insumos a estos talleres. Su costo es reducido. Se dan a continuación algunos ejemplos de su uso en laboratorio. Es conveniente contar con azufre molido en polvo fino, como la "flor" de azufre, o en su defecto talco, para colocar en las superficies y de esta manera evitar, cuando en material está crudo todavía, que se pegue entre sí. Los elementos confeccionados con goma cruda se contraen al calentarse, por lo que es necesario, si no se quiere éste efecto, colocarlos en los soportes adecuados.

Sellos "O-ring" que no se consiguen.

Hay unos sellos formados por un anillo de sección circular que se llaman en inglés *O-ring* por su forma, que no siempre se consiguen del tamaño que viene en el equipo o instrumento en el que se dañó. Se pueden fabricar con cierta paciencia cortando una tira del ancho adecuado, haciéndola de sección circular con los dedos, soldándola en los extremos por presión y cocidiéndola en estufa a 120-130 °C durante varias horas.

Conos de sello para filtración al vacío.

Los conos de goma que se utilizan para adaptar el embudo Büchner o el filtro de vacío sinterizado al kitasato no son de fácil consecución, y vienen solamente de unos tamaños limitados. La mejor manera que hemos hallado es cortar tiras de 8-10 mm de ancho e ir armando el elemento de forma aproximada. Luego, previo espolvoreo de la superficie con azufre para que no se pegue a los elementos de filtración, presentarlo en su lugar y por presión darle la forma adecuada. A continuación recortar y emparejar con tijera o cuchillo las partes sobrantes, colocarlo en el sitio que va a ir sobre el embudo o filtro, e introducir ambos en estufa a 110-120 °C durante el tiempo necesario.

Si se quiere que el elemento quede bien cocido y no se deforme con el uso, debe dejarse uno o dos días en la estufa. Se puede aprovechar un fin de semana.

Hay que colocarle en las superficie abundante cantidad de azufre o talco y reponérselo si fuera necesario. Ello, no solo permitirá la fácil extracción de la pieza, sino que endurecerá mejor la superficie.

"Dedos" térmicos

Más cómodos que los guantes es confeccionarse una especie de dedales de goma cruda, uno para el pulgar y otro para el índice que se llevan en el bolsillo del delantal para cuando haya que sacar algún objeto caliente de la estufa. No es posible hacerlos utilizando los propios dedos de molde, porque al cocerlos encogen. Por lo tanto hay que utilizar otros moldes como trozos de madera o tubos de ensayos que sean de mayor tamaño. En todos los casos la goma cruda debe tener suficiente polvo en la superficie interna para que sea fácil extraerlos cuando ya están cocidos.

Cierre hermético de frascos

Se pueden utilizar tiras de goma cruda para asegurarse el sello de las tapas de frascos a rosca o a presión.

Tubo de goma para vacío

Se puede reforzar externamente el espesor de la goma de paredes comunes con tiras de goma cruda que, posterior cocido, pueden servir para el equipo de vacío.

3.- CONFECCIÓN DE TIRAS DE pH

Las tiras de papel para estimaciones *in situ* de pH son frecuentemente utilizadas en los trabajos de laboratorio, por ejemplo cuando en una técnica se dice solamente 'neutralizar' u 'observar si la solución está alcalina', y con esa información es suficiente.

Es mucho más cómodo y rápido utilizar tiras indicadoras de pH que llevar el equipo al peachimetro, calibrarlo, y preparar la manera de medir en el recipiente en el que se encuentra la solución (ver el texto 'pH y su medición'). Las tiras de buena calidad como las de marca Merck son realmente costosas, por lo que se pueden confeccionar en el laboratorio con un poco de práctica y actitud artesanal que no viene mal en ningún laboratorio.

Esencialmente consisten en un papel absorbente cortado en forma de tira a la medida necesaria, e impregnado con algún indicador de pH. Al introducirlo en la solución a medir el papel toma un color indicador del pH que esta posee. Las ventajas de las tiras de pH es su fácil manejo, que permite medir el pH muchas veces rápidamente durante un trabajo, y su bajo costo. Los inconvenientes son que permiten solamente una estimación y que algunos indicadores se vencen por el tiempo o por la contaminación del laboratorio y dan valores erróneos.

Para confeccionarlas se toma un trozo de pliego de papel de filtro preferentemente grueso, y se lo sumerge en una cubeta en la que previamente se colocó una solución acuosa del indicador que se quiere utilizar. Después de unos minutos se lo saca y cuelga para que se escurra y se seque al aire. La concentración de la solución hay que probarla, pero generalmente es menos de la que se utiliza cuando se lo usa en gotas. Posteriormente se corta en tiras de aproximadamente 4 cm de largo y 6-7 mm de ancho y se las guarda en un recipiente hermético que permita su fácil extracción. Son adecuados los de cartuchos vacíos de película de fotografía, que además son muy herméticos.

No todos los indicadores dan los mismos resultados. Por ejemplo la timolftaleína se degrada rápidamente y no reacciona, el azul de timol y el azul de bromotimol duran un tiempo y luego no viran más. Por el contrario el anaranjado de acridina es muy estable. Este indicador posee además dos pH de viraje uno neutro y otro muy ácido por lo que es doblemente útil.

4.- BAÑOS DE ACEITE Y DE GLICERINA

Es frecuente que en la bibliografía se indique utilizar baños de aceite cuando hacen falta colocar recipientes a más de 100 °C. Por todos los medios hay que tratar de no hacerlo. Como ya se dijera anteriormente el aceite es enemigo del laboratorio químico. El aceite se descompone y genera vapores que van llenando de una capa oleosa todo el ambiente, además del fastidio que es lavar todo lo que se coloca en él, antes de apoyar en la mesada. Los baños más convenientes son los de glicerina o etilenglicol que son líquidos miscibles en agua. La glicerina también se descompone un poco pero emite vapores que se pueden limpiar con un trapo húmedo. Dependiendo el momento o el lugar los precios son menores para uno u otro producto. El etilenglicol hierve a 175 °C y la glicerina a 290 °C. Después del uso hay que tener la precaución de taparlos para que no queden en contacto con la atmósfera porque son higroscópicos. Si esto sucede van a comenzar a hervir a temperaturas mucho menores.

5.- LAS CALIDADES DE LAS DROGAS

Las drogas vienen en muy diversas calidades no sólo en su pureza sino también a las impurezas que contienen. Hay una serie de nombre términos, que casi siempre las acompañan que indican esta calidad. A continuación voy a describir las que conozco.

a) Grado comercial: en general esta calidad es propia del uso en los procesos industriales y posee la menor pureza requerida en los procesos o una pureza inicial que deriva del yacimiento o del proceso del que se la extrajo. Un ejemplo típico puede ser la cal viva que se compra en corralones que se utiliza en la construcción. Viene en bolsas de 20 a 50 Kg casi siempre sin ningún rótulo que hable de la calidad. Como es muy económica se puede usar como agente deshidratante en algunos procesos de laboratorio. Se puede saber su pureza e impurezas buscando información. En este caso hemos hallado los sitios de extracción y calcinación y sabemos que la piedra caliza que utilizan es de un 85 - 90% de pureza como carbonato de calcio, por lo tanto la cal viva será de un 75 - 80% aproximada-

mente. Y las impurezas son las naturales, es decir arena y restos de carbonato de calcio que no reaccionó. Es frecuente en algunos casos no conseguir drogas o elementos de laboratorio de mayor confiabilidad que los comerciales. Esto pasa por ejemplo con los gases nitrógeno, acetileno, etc. En esos casos hay que analizar si las impurezas que contienen interfieren con el trabajo. Otro caso es el del cromato de sodio comercial que se utiliza como oxidante y curtiente. Es ideal para preparar la mezcla sulfocrómica dado que es para limpieza del material y no requiere ninguna certificación. Cuesta el 5% de lo que cuesta el dicromato de potasio pro análisis que hay en los laboratorios.

b) Grado técnico o 'puro': esta calidad de drogas está hecha para usos técnicos de carácter industrial o comercial. Han sufrido algún tipo de purificación y en la actualidad suelen venir con algún certificado escueto de pureza, por ejemplo 'mínimo 95%', o 'contenido de plomo menor de 0,2%'. Se usan mucho en el laboratorio, particularmente en nuestros países en donde estamos cuidando permanentemente los recursos. La mayoría de los solventes que se usan en el laboratorio son de este grado. Éstas son drogas de fácil purificación, acción que tiene sentido realizar no solamente porque su precio puede ser menos de la mitad de la droga pro análisis, sino en el caso de inaccesibilidad a las certificaciones. Con frecuencia sucede que se está realizando algún trabajo con plazos perentorios y es más rápido cristalizar una droga grado puro que se tenga, y no esperar la llegada del pedido de la pro análisis que demorará unos días, y si hay que traerla del extranjero entre 30 días y dos meses.

c) Pro análisis. Este es un término latino *pro analysis* que quiere decir 'en favor del análisis'. Éste nivel de productos poseen certificado de calidad y generalmente están en un alto estado de pureza. Como ejemplo voy a poner al nitrato de calcio tetrahidrato, $(\text{NO}_3\text{Ca})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ de la marca Merck. A la izquierda se halla una imagen de la etiqueta del frasco. De todas maneras por Internet se puede acceder al sitio de Merck y hallar más información. A la derecha se encuentra la mismas especificaciones según figuran en dicha página. Debajo de la imagen se coloca la dirección para acceder.

1.02121.	
Ca(NO₃)₂·4 H₂O	
M = 236.15 g/mol	
Garantieschein:	
Gehalt (komplexometrisch)	99.0 - 103.0 %
pH-Wert (5 %; Wasser)	5.0 - 7.0
Chlorid (Cl)	max 0.002 %
Nitrit (NO ₂)	max 0.001 %
Sulfat (SO ₄)	max 0.002 %
Schwermetalle als Pb (als Pb)	max 0.0005 %
Unlösliche Anteile und	
Ammoniumhydroxid Niederschlag	max 0.005 %
Ba (Barium)	max 0.005 %
Cu (Kupfer)	max 0.0002 %
Fe (Eisen)	max 0.0005 %
K (Kalium)	max 0.005 %
Mg (Magnesium)	max 0.01 %
Magnesium und Alkalisalze (als	
Sulfat)	max 0.2 %
Na (Natrium)	max 0.01 %
Pb (Blei)	max 0.0002 %
Sr (Strontium)	max 0.01 %
7.910212115	

Especificaciones

Assay (complexometric)	99.0 - 103.0 %
Insoluble matter	≤ 0.005 %
pH-value (5 %; water; 25 °C)	5.0 - 7.0
Chloride (Cl)	≤ 0.005 %
Nitrite (NO ₂)	≤ 0.001 %
Sulphate (SO ₄)	≤ 0.002 %
Heavy metals (as Pb)	≤ 0.0005 %
Ba (Barium)	≤ 0.005 %
Cu (Copper)	≤ 0.0002 %
Fe (Iron)	≤ 0.0005 %
K (Potassium)	≤ 0.005 %
Mg (Magnesium)	≤ 0.01 %
Na (Sodium)	≤ 0.01 %
Sr (Strontium)	≤ 0.01 %

<http://www.chemdat.info/fcatalog/showProduct.cmd?catalogNr=102121&pAssId=1500&categoryId=000000900007ada00010023&cAssId=1500&application=ChemDAT&country=ar&language=es>

Se puede ver que la etiqueta del frasco está en alemán, el título de las especificaciones en castellano y los valores en inglés, por lo que no está de más formarse un poco en los distintos lenguajes porque ello da seguridad y ahorra tiempo. Lo mismo vale en general para todos los rótulos del frasco, las cuestiones de seguridad, los sinónimos, etc.

d) En este ítem vamos a agrupar a todas las categorías de drogas de calidad certificada para usos específicos. Por ejemplo la firma J. S. Baker posee doce categorías para diferentes usos del metanol. Una de ellas, sólo como ejemplo, es la siguiente:

'PHOTREX®—High purity solvents characterized for use in UV, visible and IR spectrophotometry. The label includes the Actual Lot Analysis for UV absorbency at selected wavelengths.' (Solventes de alta pureza caracterizados para espectrofotometría UV y visible. La etiqueta incluye el análisis real del lote para absorbancias a longitudes de onda seleccionadas.).

En los laboratorios suele haber cada tanto algún frasco con drogas de estas características especiales, que se utilizan en algún trabajo o proyecto de investigación. Hay que tener cuidado en no utilizarlas en tareas donde no hace falta tanta especificidad, dado que son muy costosas y difíciles de conseguir.

6.- NÚCLEOS DE EVAPORACIÓN

Se les llama núcleos de evaporación a unos pequeños fragmentos de piedra, cerámica, etc., que se agregan a los balones donde se está hirviendo un líquido, para facilitar la evaporación y que el líquido no se sobrecaliente y produzca repentinamente una gran cantidad de vapores haciendo la operación riesgosa y aleatoria. La necesidad de estos núcleos se justifica teóricamente diciendo que por diversos motivos hay sistemas en los que para que se comience a formar el vapor hace falta superficies específicas que actúan como una especie de activadores de la ebullición. El hecho real es que si no se los pone, las cosas se hacen impredecibles y hasta puede explotar el equipo en el que se trabaja. Al margen del peligro, en muchos trabajos como en las destilaciones con Soxhlet, si se genera de golpe gran volumen de vapor el refrigerante no funciona bien y el cartucho de extracción se llena rápidamente y sifona, sin que haya tiempo a que lo extraíble difunda.

Hemos probado varios materiales como núcleos de evaporación. Se los fragmenta hasta que tengan unos pocos milímetros de lado, más grandes que una lenteja y más chicos que un garbanzo. Sirve la cerámica, la porcelana, el ladrillo, y elementos semejantes. Son mejores los que no están esmaltados. El vidrio es un mal material. El mejor material que probamos fue la piedra pómez especialmente las variedades más densas, porque tiende a flotar.

Se recomienda no querer utilizarlos otra vez luego del uso, porque se taponan los capilares que son los que realizan el efecto. En nuestro laboratorio cada tanto alguien se dedica a conseguir el material adecuado y tomarse el tiempo de moler una buena cantidad, así hay siempre disponibles.

El sobrecalentamiento se favorece en las superficies de vidrio nuevas o perfectamente lavadas, como por ejemplo con mezcla sulfocrómica, por eso con solventes difíciles como los hidrocarburos y los derivados clorados conviene no hacerla.

Hay veces que no se pueden colocar núcleos de ebullición porque se necesita cuantificar el extracto que está en el balón llevándolo a sequedad, y éstos elementos justamente son porosos y juntan extracto, por lo que tampoco se puede pesarlos antes porque varían el peso. Hemos encontrado un solo sistema efectivo para estos casos, que es colocar un trozo de tubito o capilar de teflón de manera que toque dos lados opuestos del balón o recipiente.

7.- TIPOS DE REFRIGERANTES

En laboratorio se le llama refrigerante a los aparatos que sirven para condensar un vapor, o sea que también se pueden llamar condensadores. Se usan en las destilaciones y en los calentamientos a reflujo. El calentamiento a reflujo es la operación que se hace cuando se trata alguna sustancia por un solvente hirviendo y entonces para que no se pierda el líquido se pone un refrigerante de forma vertical sobre la boca del recipiente de ebullición, de tal manera que los vapores se condensan y vuelvan a caer. Existen cuatro tipos comunes de refrigerantes de los que voy a dar ahora algunos detalles.

Refrigerante de aire:

Es el tipo más sencillo y consiste solamente en un tubo de vidrio que tiene adosada una junta esmerilada en una punta que es la que se ajusta a la salida del recipiente de calentamiento. Los vapores ascienden por el tubo y se condensan a medida que se van enfriando sobre la superficie del vi-

drio. Este refrigerante sencillo se puede usar solamente cuando se trabaja con líquidos de alto punto de ebullición y bajo calor de vaporización, por ejemplo hidrocarburos pesados o esencia de trementina. Para otros líquidos como el agua o el alcohol, el bajo punto de ebullición y/o el alto valor del calor de vaporización hacen que el vidrio del tubo se vaya calentando hasta que en un momento los vapores llegan a la punta y se escape sin condensarse.

Refrigerante tipo Liebig: (Todas las figuras son del catálogo IVA, Industria Vidriera Argentina)

A partir de ahora todos los refrigerantes de los que voy a hablar están compuestos de un tubo para el vapor y una camisa por la que circula agua de enfriamiento. Entre estos el más sencillo y frecuente es el de Liebig en el que el tubo del vapor es recto, Figura N° 1. Por lo rectilíneo del tubo de vapor es el que se utiliza para las destilaciones, dado que los otros, como se va a ver después, van a retener parte del condensado.

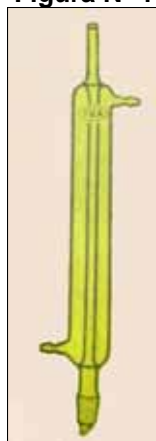
Refrigerante tipo Allihn:

Se caracteriza por tener el tubo del vapor confeccionado con bolas uno a continuación del otro. Con esta morfología se consigue mayor superficie de contacto para la misma longitud, y por otro lado se destruye el flujo laminar de vapor y por lo tanto hay mayor agitación, Figura N° 2. Este es el refrigerante más utilizado para los reflujos. Si bien el Graham es igual de eficiente, el Allihn es más económico.

Refrigerante tipo Graham:

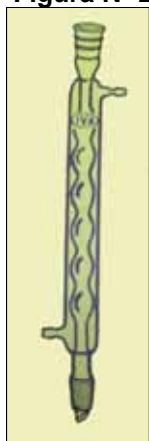
Este tipo tiene el tubo del vapor de forma helicoidal, Figura N° 3. Es tanto o más eficiente que el tipo Allihn pero por su construcción es más costoso. Estos dos tipos de refrigerante deben utilizarse de manera vertical.

Figura N° 1



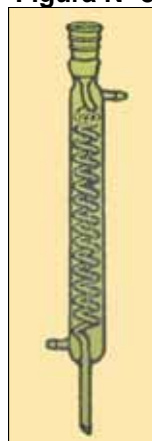
Liebig

Figura N° 2



Allihn

Figura N° 3



Graham

Figura N° 4



Friedrich

Refrigerante tipo Friedrich:

Este es un equipo distinto a los anteriores que están compuestos de un tubo de vapor en sentido longitudinal, rodeado de una camisa cilíndrica para la circulación del agua de refrigeración. En este caso, para conseguir un elemento más compacto, se ha modificado el formato para que la entrada y salida del agua estén juntas en la parte superior. Para ello hay lo que se llama un 'dedo frío', o sea un recipiente en el que el agua entra por un tubo que está en el centro del mismo, y sale por la periferia

en sentido ascendente. Este cilindro tiene la superficie ondulada para aumentar el contacto. El vapor asciende por una camisa externa y en contacto con el agua fría del cilindro se condensa. Estos equipos tienen, para la misma eficiencia, aproximadamente la mitad de la longitud de los otros nombrados.

Nota: Las imágenes de las figuras 1 a 4 fueron sacadas del catálogo IVA, Industria Vidriera Argentina.

Otros tipos:

Hay innumerable cantidad de modelos de refrigerantes para usos especiales. Una lista de ellos se pueden observar en el sitio de la firma Sigma Aldrich.

http://www.sigmaaldrich.com/Area_of_Interest/Equipment_Supplies__Books/Glassware_Catalog/Condensers.html

Conexiones de agua cis o trans:

Hay dos formas de colocar la entrada y salida de agua: de forma cis, es decir ambas del mismo lado y de forma trans, o sea de lados diferentes. En general es recomendable la forma trans porque le da más equilibrio al equipo cuando están puestas las mangueras de goma. La forma cis se utiliza en casos especiales particularmente por el diseño del lugar de utilización.

8.- COMENTARIOS ACERCA DE LA MANERA DE ESCRIBIR INFORMES TÉCNICOS (Incluye exámenes escritos y antecedentes personales)

Escribir en general es una síntesis doble. En primer lugar hay que descubrir que es lo que se quiere decir, y en segundo lugar pasarlo de las ideas mentales a un texto. Si alguien cree que se puede hacer bien del primer intento está errado o es Gardel. Hay que prepararse a realizar innumerables versiones. Obviamente que en un examen no hay tiempo y hay que hacerlas mentalmente.

Ante la pregunta corriente de que si hay que extenderse en los temas o hacerlos de forma sintética, la contestación es la siguiente: Las respuestas deben ser claras, concisas y completas. Dicho de otra manera "sólo la verdad, toda la verdad y nada más que la verdad" como se suele decir en los ambientes jurídicos de la televisión. En caso de dudar si poner algo de lo que no se esté seguro no ponerlo. En los ambientes técnico profesionales es preferible callar, a decir lo errado o lo que no corresponde. El evaluador puede aceptar que no se sepa algo, pero no que se lo sepa mal.

Abstenerse de escribir lo que no venga al caso o lo que no se pregunte. Ello, aparte de no agregar nada, puede dar idea de que se quiere engañar al lector o al evaluador.

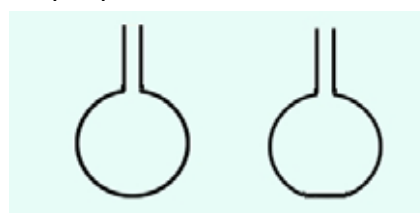
Si uno tiene luchas personales ideológicas, sociales, académicas, etc., ellas no deben pasar indirectamente por ningún concepto al informe. Ese no es el medio para hacerlo. Si se sintiera la necesidad de expresar ese tipo de cosas, deben separarse totalmente, por ejemplo en una nota al final, un anexo, etc.

Póngase en el lugar de quien va a leer o evaluar. Eso implica esforzarse por la legibilidad, la comprensibilidad y el orden de lo que escribe. No es lo mismo para el evaluador concluir que algo está correcto rápidamente, que luego de un exhaustivo esfuerzo por entender la letra, el orden o los caprichos de quien escribió.

Esfuércese en utilizar lenguaje técnico, que debe ser preciso y objetivo. El lenguaje apropiado suele ser una de las diferencias entre un profesional corriente y uno que se destaque. Ello, por otro lado, le va a ayudar a fijar las definiciones y conceptos propios de su disciplina. No es lo mismo decir que "esto depende de aquello" que "esto es función de aquello", por lo menos dos motivos: "función" es una definición que todos comprendemos y es clara y concluyente, y además estamos categorizando "qué depende de qué".

9.- DIFERENCIA ENTRE BALÓN Y MATRAZ

Cuando uno comienza a aprender el trabajo del laboratorio no le resulta clara la diferencia entre balón y matraz. El balón es un frasco en forma de esfera con un pico que puede terminar en una boca común o esmerilada. El matraz es un recipiente de forma similar al balón pero de pero con base plana, es decir que el balón no se puede parar y el matraz sí. Esta diferencia es muy importante cuando uno trabaja, porque al balón hay que ponerlo en un aro o sobre una base especial para que no se vuelque. Entonces se dirá: si el matraz es más cómodo para que se fabrican balones. Bueno, el balón se calienta mejor en las mantas eléctricas de forma semiesférica y es más fácil de limpiar. Si uno cuenta con un taller de vidrio se puede convertir fácilmente un balón en matraz, porque se calienta al soplete la base, se apoya sobre una superficie plana y listo. La operación inversa no es tan fácil.



Balón

Matraz

10.- EL CÓDIGO DE LOS ESMERILADOS CÓNICOS

Los esmerilados que más se utilizan para las juntas entre elementos de vidrio son los cónicos. Hay de varios tamaños por lo que es conveniente saber cuales son sus códigos para poder trabajar, porque si el macho y la hembra no son iguales no se pueden unir. Para ellos hay que saber que la conicidad está estandarizada y que entonces con dos números se identifican. Este código numérico suele estar en el borde. El primero es el diámetro de la boca mayor y el segundo la longitud de la superficie esmerilada. Por eso para que encastran bien es más importante el primero, y el segundo es la que da la confianza de que el sello sea completo. El tipo más común es el 24/40, es decir 24 mm de diámetro de la boca mayor y 40 mm de longitud del sector esmerilado. Si tuviéramos un matraz con 24/40 y una conexión cualquiera 24/32, en encastre se podría hacer. Por el contrario si fuera 24/40 uno de ellos y 29/42 el otro no habría manera de conectar.

Como en un laboratorio hay necesariamente esmerilados cónicos de distintos tamaños, es bueno, cuando se pueda hacer hacer o comprar adaptadores, porque suele ocurrir con frecuencia que teniendo el material necesario para armar cualquier aparato, no se pueda hacer por no tener los esmerilados que encastran adecuadamente. Hay que recordar que el problema es similar al de las fichas y tomacorrientes o quizás más complicado, porque se pueden necesitar que sean macho – macho, macho – hembra, hembra - macho y hembra - hembra, y todos se necesitan alguna vez. En este momento se podrían hacer muchas consideraciones chistosas sobre el particular pero no las vamos a hacer porque esta es una miscelánea seria.

11.- SOBRE EL MATERIAL DE CUBIERTA DE LAS MESADAS.

El material más frecuente que recubre las mesadas de nuestros laboratorios de instituciones de enseñanza y de empresas medianas son los azulejos, casi siempre de color blanco. Esta elección se debe a su fácil consecución, su bajo costo y el hecho de que haya muchas personas que los saben colocar. No es un mal recubrimiento pero no es el mejor. El azulejado de las mesadas sufre deterioros particularmente en las zonas que se calientan y por los ácidos que corroen las juntas y los van aflojando. Por otro lado es un material demasiado rígido. A lo largo del tiempo los azulejos se rajan, se manchan y se corroen.

Otro material utilizado, lamentablemente cada vez menos, es la madera, obviamente aquellas especies densas de baja porosidad. He trabajado en mesadas de madera antiguas, hechas de un solo árbol, sin juntas ni rajaduras, e impermeabilizadas con resinas especiales. Es un excelente material muy durable aunque tiene algunos inconvenientes. Uno de ellos es su color que es muy oscuro. La mesada oscura no hace resaltar los contrastes de las cosas y es más difícil ver elementos de vidrio o de pequeño tamaño.

También se puede usar goma sintética que es fácil de colocar por los operadores de laboratorio comprando la goma en rollos y pegándola con adhesivos convenientes como los de contacto. La goma más fácil de conseguir es la negra que tiene el mismo problema que la madera en cuanto al color. Hay veces que es posible comprar gomas más claras como grises. La goma es un excelente material de recubrimiento. Aunque tenga una vida limitada se puede cambiar cada tantos años. El mejor material sobre el que trabajé era una goma blanca resistente al calor y a los reactivos. Si bien no conozco su costo debe ser muy cara. Si tuviera que elegir el recubrimiento de mesadas de laboratorio con recursos corrientes elegiría la goma de color claro. Este material tiene una ventaja extraordinaria y es su elasticidad, que hace difícil romper sobre ella material de vidrio.

Todos los recubrimientos hechos con materiales laminados como la 'fórmica', etc. en general no son convenientes porque estos laminados se levantan al poco tiempo y el material que los soporta es de muy baja calidad como tableros de fibras o partículas que se deshacen con el agua. No los recomiendo.

Se puede obviar la baja resistencia química o mecánica de un material colocándole encima en los sitios más problemáticos otro de diferente calidad. Por ejemplo a las mesadas de azulejos se les pueden colocar sectores de goma cerca de las piletas para no romper el material de vidrio, y debajo de los mecheros o calentadores una plancha de material refractario como el fibrocemento para que no les llegue demasiado calor.

12.- LA ILUMINACIÓN DEL LABORATORIO

Por diversos motivos dos de los cuales son la cultura del 'menor gasto' que muchas personas traen de su hogar, y la idea de que en las empresas e instituciones las comodidades personales no deben tenerse en cuenta, los laboratorios suelen estar mal iluminados. Las normas internacionales hablan de 300 lúmenes, medida de intensidad lumínica, la necesaria en talleres y laboratorios. Los nuestros frecuentemente tienen entre 100 y 200. La buena iluminación hace el trabajo más sencillo y los errores menos frecuentes. Las zonas las que particularmente deben estar bien iluminadas son la zona de balanzas y la de titulación. La iluminación, por otro lado, debiera ser lo más parecida posible a la luz blanca del sol. Esto se puede conseguir con tubos fluorescentes intercalando los de luz azulada con los de luz anaranjada, o mejor aún colocar los de luz blanca. Alguien debe tomarse el trabajo de hacer reponer cuando sea necesario, los fluorescentes defectuosos, inclusive aquellos que trabajan por su estado defectuoso de forma intermitente, dado que a muchas personas ese tipo de iluminación les molesta mucho y no les deja trabajar bien.

13.- RECIPIENTES CERRADOS DE LABORATORIO

NOTA: Los términos dados a los recipientes en este texto son los empleados en el Río de la Plata. En algunos casos ellos difieren considerablemente con los de uso en otros países de habla castellana

Fig. Nº 1



Los recipientes de uso en el laboratorio son de forma y materiales variados. En este caso hablaremos solamente de los que se utilizan para guardar líquidos y sólidos, y no de aquellos elementos de trabajo como vasos y probetas. Si bien antiguamente la forma de cierre era casi siempre a presión por medio de tapones de corcho o de goma, Figura Nº 1, actualmente se ha impuesto de forma casi unánime la tapa a rosca. Respecto a la forma, en nuestros países del Cono Sur distinguimos los siguientes (se indica debajo el término equivalente en inglés):

Botellas

(*Bottles*. El término es de uso más amplio que en castellano)

Por definición botella es un recipiente para líquidos con tapa, que posee una boca estrecha. Si la boca fuera ancha no se podría regular la emisión de los líquidos contenidos. Normalmente se usa este nombre para recipientes entre un cuarto y dos litros, Figura Nº 2. El término 'botellita' se utiliza para las menores de 250 mL y las hay hasta de 10 mL. De tamaño menores se denominan 'viales', aunque los viales no tienen siempre la forma de botella. Los materiales más comunes para su fabricación son el vidrio, ya sea incoloro o color caramelo, que también se llama 'inactivo', y de polietileno que puede ser de baja densidad, LDPE, o de alta densidad, HDPE, A menor densidad mayor elasticidad y viceversa. Los vidrios utilizados en este tipo de botellas son vidrios comerciales, es decir que habitualmente no son particularmente resistentes a los cambios bruscos de temperatura, aunque con el transcurrir del tiempo se hacen cada vez mejores.

Figura Nº 2. Botellas



A la izquierda botellita de 100 mL. las otras dos son de un litro, de vidrio en el centro y polietileno a la derecha.

Garrafas

**Figura N° 3.
Garrafa**

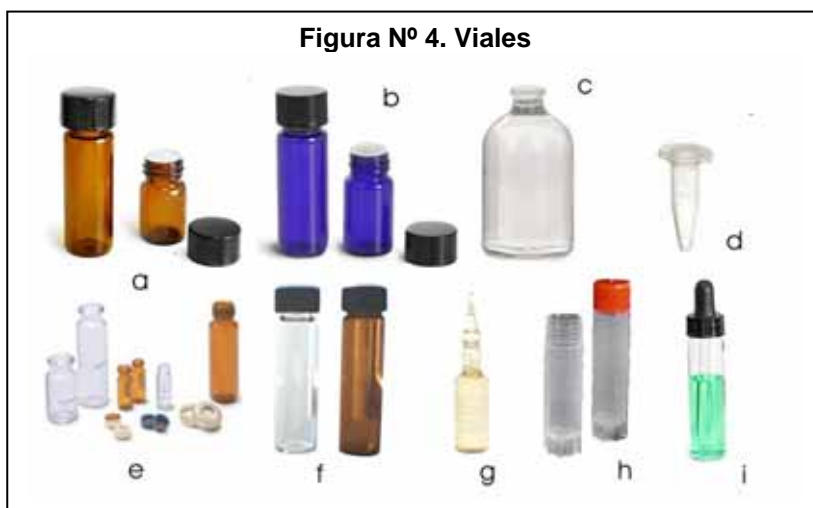


Las garrafas son recipientes para líquidos de mayor volumen que las botellas y menores que los bidones. Normalmente se les llama así a los que tienen capacidades entre dos y cuatro litros. Poseen un asa para su mejor manejo, dado que su peso es considerable. Son comunes las que traen ácido sulfúrico concentrado y en ese caso su peso es del orden de los siete Kg. En la jerga corriente se les suele decir 'bidoncitos', aunque se diferencian en la existencia de un asa lateral, que los bidones no tienen.

Viales (Vials)

En general vial es un recipiente cerrado para pequeños volúmenes. En este caso hablaremos de los que tienen forma de botella pero poseen un volumen menor de 10 o 12 mL. Para indicar su volumen en los países anglosajones se suele utilizar el *dram* que equivale a 3,7 mL. En la Figura N° 4, 'a' son viales corrientes en forma de frasquitos de vidrio inactivo; 'b' iguales pero de color azul; 'c' es un vial con forma de botellita; 'd' es un vial para centrifugar que lleva tapa; 'e' son microviales; 'f' viales para líquidos viscosos; 'g' es una forma cerrada a la llama luego de llenarlo, que habitualmente se denomina 'ampolla'; 'h' son elementos de plástico para criomacernamiento, e 'i' un vial gotero.

Figura N° 4. Viales



Frascos (Flasks, bottles, etc..)

**Figura N° 5
Frasco**



Frasco es el típico recipiente cerrado para polvos. Se diferencia de las botellas en que la boca es más ancha para que se pueda introducir una cuchara o una espátula para extraer sólidos en polvo, gránulas, etc.. Un frasco típico de vidrio con tapa a rosca de plástico, es el que se ve en la Figura N° 5. Los frascos vienen en tamaños desde 150 – 200 mL hasta de varios litros de capacidad. Si bien antiguamente se usaban los tapones a presión de madera, corcho o goma, actualmente se ha pasado a

Figura N° 6. Frascos varios.

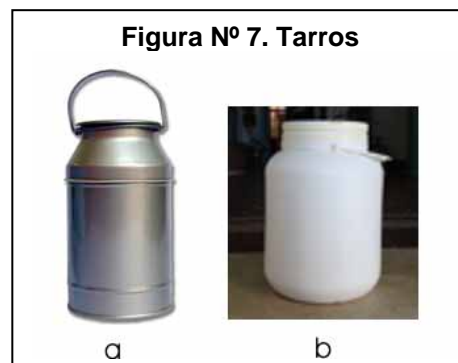


utilizar solamente las tapas roscadas de plástico como se puede ver en la Figura N° 6 que muestra típicos frascos de drogas de laboratorio de polietileno y de vidrio.

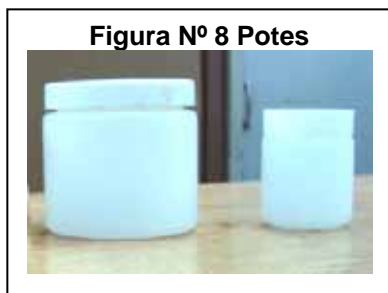
Nota: No he hallado una correspondencia cierta entre frasco y alguna única palabra inglesa)

Tarros (*Canister, tins*)

El término tarro tiene diferentes acepciones en los países castellanoparlantes. Hay alguna indefinición en el término, pero siempre se refiere a recipientes de boca ancha y de un tamaño mayor al litro y medio o dos litros. En el Río de la Plata todo recipiente de chapa metálica como la hojalata o el aluminio. En él vienen productos comerciales como jabones, abrasivos, etc. También se utiliza el término para otros recipientes como los que se ven en la Figura N° 7. El 'a', de chapa de hierro pulida y de diez litros de capacidad, se utiliza para líquidos a granel y el 'b', de unos 5 litros de plástico, se usa más para polvos o materiales de la granulometría de la arena o de la gravilla.



Potes (*Pot*)



Se denomina pote a un recipiente pequeño, cilíndrico en el que la boca es de todo o de casi todo el diámetro de dicho cilindro, Figuras N° 8 y Figura N° 9. Sirve para guardar sustancias de muy alta viscosidad como pomadas, ceras, grasas, etc. En España se denomina más comúnmente 'bote'.



Bidones (*Jerricans*)

Los bidones son recipientes para líquidos de considerable tamaño, es decir aproximadamente entre 3 y 20 litros. Poseen la boca y una manija en la parte superior. Para su fácil traslado son de forma larga y alta. Los de mayor uso en los laboratorios son los de plástico, aunque también los hay metálicos. Su uso más corriente en laboratorio es para muestras de agua cuando se necesita grandes volúmenes por la dilución de los elementos a determinar, o también para guardar solventes como alcohol, tolueno, etc. En estos últimos casos deben llenarse solo hasta aproximadamente la mitad de su volumen para dejar una cámara de aire grande que no deje aumentar demasiado la presión de los vapores.



Tambores (Drums)

**Figura N° 11.
Tambor**



Los tambores, Figura N° 11, son recipientes grandes, los más grandes que se pueden llegar a utilizar en laboratorio, y poseen capacidades entre cien y doscientos litros. Dado su tamaño, que implica importante cantidad de producto almacenado, debe cumplir normas de seguridad en cuanto a los materiales de construcción, el espesor, el tipo de cierre, etc., a diferencia de otros recipientes menores. Sirven tanto para líquidos como para sólidos. En este último caso, que es el de la figura N° 11, tienen una tapa grande que se extrae. En el caso de los líquidos tienen una tapa estrecha, similar a la de los bidones, que se cierra a rosca o por presión.

14. COMENTARIOS SOBRE LA SEGURIDAD EN EL LABORATORIO QUÍMICO

La seguridad en el laboratorio es un tema en el que se le ha puesto el acento en los últimos tiempos, aunque a mi criterio, no siempre de manera acertada. El interés por el tema y las medidas que se han tomado para mejorarla han crecido considerablemente, ayudado por la globalización que ha aumentado la facilidad de comunicación y contacto entre instituciones y países. Eso ha venido aparejado a un aumento de las normas y estándares nacionales e internacionales, tendencia que tiene sus pros y sus contras, porque las decisiones demasiado generales pueden ser inconvenientes a lo particular. Además la toma de decisiones en muchas cuestiones institucionales de seguridad ha ido pasando a personas sin demasiado conocimientos técnicos ni experiencia en laboratorio, por lo que yo aconsejo que no se crea todo lo que se dice o se lee sobre seguridad en el laboratorio, porque para mí se han exagerado los peligros que encierran estas tareas (Ver nota al final).

Es frecuente que las personas con poca experiencia tengan miedo o aprensión a objetos de laboratorio como los ácidos o los tóxicos. Con frecuencia el término 'ácido' para el lego es algo que corroe y disuelve el cuerpo humano y por lo tanto es muy peligroso. Por dar un ejemplo en este caso el único ácido realmente peligroso si cae sobre la piel es el sulfúrico concentrado y en menor medida el nítrico que viene al 50 – 70%. Otros ácidos de los llamados fuertes que poseen algún tipo de peligrosidad son el clorhídrico y el crómico concentrados pero el resto de los ácidos sin ser inocuos no son peligrosos, incluso algunos son parte de la alimentación natural como el acético y el cítrico. Por lo tanto en este texto se va a recomendar que no se tenga miedo al trabajo en laboratorio, sino precaución y una permanente intención de conocer las propiedades de las sustancias con las que se trabaja. Una manera conveniente de tomarle miedo a todo y dejar de trabajar por pánico es leer los titulares o encabezamientos de los textos de la prensa e inclusive los artículos publicados en Internet. Buscando la toxicidad de algunos metales encontré una vez un artículo sobre la toxicidad del aluminio, elemento que está en todos lados, en el polvo que respiramos, en la mampostería, en la tierra, y hasta en el agua potable, y me costó mucho descubrir en donde estaba el engaño. Solamente al final decía que así lo habían demostrado unos científicos analizando unas ampollas de un medicamento que tenían 25% de este metal. Y si, en grandes cantidades hasta el agua es venenosa. Como ejemplo contrario nadie dice la toxicidad de los productos comestibles ahumados o de las sales para conservación de la madera. En resumen con respecto a la seguridad personal en el laboratorio lo conveniente es preocuparse por ella y aprender a seleccionar la información que se tiene a mano.

El método de trabajo

Como químico experimentado no voy a cansarme de tratar de convencer a las personas con menos experiencias que adopten un método de trabajo en el laboratorio. Un método significa instituir, es decir decidir una serie de acciones que se hagan de manera casi automática sin necesidad de pen-

sarlas. De esa manera el trabajo va a poseer cierta estructura. Este método no debe ser totalmente rígido porque las circunstancias son cambiantes, pero eliminará tener que pensar todo el tiempo en cosas circunstanciales. Por ejemplo se debe decidir si una estufa se deja encendida o se apaga a la noche. Para ello hay que sopesar los pros y los contras, como el peligro de incendio, el consumo eléctrico y el tiempo que tarda a la mañana para volver al régimen de trabajo necesario. Pero una vez sopesada se toma una decisión y se la instituye, es decir que se hace automáticamente sin pensar.

En general para ese tipo de tareas cotidianas nosotros enseñamos que al terminar las tareas se debe:

Apagar todo lo que se prendió
Prender todo lo que se apagó.
Guardar todo lo que se sacó
Sacar todo lo que se guardó.
Cerrar todo lo que se abrió
Abrir todo lo que se cerró.

y así sucesivamente, salvo en los casos que haya acuerdos tácitos o no, como por ejemplo con las luces generales, el aire acondicionado, etc., que siempre los prende el primero que llega y los apaga el último en irse. Pero siempre en el caso que uno se vaya y queda gente debe estar acordado quién se va a encargar de cerrar las tareas

En general el método de trabajo incluye algunas acciones que no siempre se hacen y son imprescindibles cuando se trabaja en grupo que son:

Avisar
Informar
Preguntar
Concertar

es decir comunicarse con los otros miembros del laboratorio de manera permanente. Esto es algo que cuesta muchísimo particularmente con la gente joven que no trae ese método consigo. Pero el consejo es que los más experimentados deben insistir permanentemente para que se realice.

Por ejemplo si usted es un becario de un proyecto de investigación cuyos responsables no se encuentran en el laboratorio, algo que sucede con frecuencia, y está haciendo una extracción con benceno y tiene que ausentarse por algo, debe pactar con las personas que están, encargados o no, a ver si lo deja funcionando o lo apaga, dado que puede fallar el tiraje de la campana o cortarse el agua de refrigeración y en ese caso llenarse el laboratorio con vapores de benceno que no son buenos para la salud.

Hechos puntuales que influyen en la seguridad en el laboratorio.

1) Ubicación y distribución de los reactivos. Los reactivos pesados y de cuidado como los ácidos sulfúrico y nítricos concentrado deben ir en la parte baja de los armarios. La provisión de reactivos en recipientes con elementos volátiles tóxicos o explosivos deben almacenarse en sitios preparados para ello, lejos de los lugares de trabajo y fraccionarse en pequeñas cantidades para su uso en la mesada.

2) El espacio de trabajo. Es frecuente que en los laboratorios no haya demasiado lugar en las mesadas para todos los trabajos que se realizan, por lo que es conveniente tomarse los tiempos necesarios para ir desocupando la mesada de todo lo que no se usa, de tal manera que el sitio para trabajar sea el suficiente. Ello significa tener libertad de movimientos, y evitar tumbar un elemento cuando se quiera tomar otro. Hay algunos que son particularmente inestables como las probetas de 100 ml que se caen apenas se las toca.

3) La concentración en el trabajo. Hay tareas riesgosas que requieren una concentración particular, como por ejemplo la dilución del ácido sulfúrico. Esta tarea requiere pensarla un poco antes, preparar algunas cosas, hacer el lugar necesario, conseguir los elementos de seguridad particularmente las antiparras (anteojos de seguridad), y avisar al supervisor o encargado o si no lo hubiere al resto de las personas.

4) La información y la concertación. Con frecuencia la gente no se toma el tiempo de informar lo que está haciendo y de avisar si le parece que algo que realiza posee cierto riesgo. Ello puede deberse a desidia, a falta de una actitud profesional o, con frecuencia entre los estudiantes y becarios por creer que eso le molesta a los encargados. Si a un encargado le incomoda que una persona novel le avise alguna de esas cosas mejor es sacarlo del puesto porque no sirve. El buen encargado o supervisor es el que da las pautas primero y después va aclarando las situaciones puntuales. Por ejemplo si dijo que avisaran cuando entraba gente ajena al laboratorio, después va a tener que puntualizar quién es ajeno y quién no.

La ventilación

Hay normas de seguridad que atañen a casos puntuales y de poca frecuencia como un incendio o la explosión de un balón, pero también hay otros que tienen que ver con el daño profesional que acarrea trabajar muchos años en situaciones que puntualmente no parecieran peligrosas. Algunas normas de higiene internacionales indican que el aire del laboratorio debe renovarse cada pocos minutos, generalmente de tres a cuatro minutos. Posiblemente esto sea imposible para muchos casos, particularmente en institutos de enseñanza. Sin embargo además está decir que la ventilación es importante. En realidad tendría que haber dos tipos de ventilación una permanente relativamente suave, y otra intensa para circunstancias especiales.

La iluminación

Es frecuente que los laboratorios tengan poca luz. Ello es debido tanto a la poca importancia que se le da al instalar un laboratorio, como al hecho de que no se van reponiendo los elementos lumínicos que quedan apagados. La intensidad recomendable es de 300 lúmenes en los sitios donde se requiere mejor iluminación, como por ejemplo en la mesada de titulaciones, y algo menos en los otros ambientes. Lo mismo vale para los sitios de lectura.

Formas infalibles para producir accidentes

Se detallan a continuación una serie de reglas para hacer del laboratorio químico un lugar absolutamente inseguro y peligroso. Sígalas si ese es su objetivo.

- 1) Haga la mayor cantidad de tareas en el menor tiempo posible
- 2) No guarde el material que va quedando sobre las mesadas
- 3) No pare para arreglar un tomacorriente o porque se rajó un balón
- 4) Que nadie sepa lo que está haciendo
- 5) No se preocupe por saber de las propiedades de los materiales y equipos con los que trabaja, particularmente si son nuevos o desconocidos.
- 6) No se preocupe en rotular los frascos ni en arreglar etiquetas ilegibles
- 7) Use cada vez una forma distinta de ordenar o clasificar los reactivos que utiliza, y asegúrese de que nadie la conozca
- 8) Cuando está trabajando en la mesada trate de pensar en otra cosa, escuche música y participe en conversaciones amenas e interesantes con otras personas.
- 9) Encienda equipos ruidosos, cuanto más ruidosos mejor.
- 10) Use mientras se pueda elementos de vidrio rotos o rajados y equipos eléctricos con aislación defectuosa
- 11) Coloque en la heladera todos mezclados y preferentemente sin rótulos los frascos de líquidos bebestibles, como agua potable o gaseosas, y los recipientes con drogas y reactivos.

12) Trate de no cambiar los fluorescentes que se van agotando. Es mejor con poca luz.

13) Váyase intempestivamente cuando se dé cuenta que se le está haciendo tarde.

Nota final

Tengo una opinión personal respecto a la seguridad necesaria voy a expresarla a continuación. El término de 'seguridad necesaria' es el meollo de la cuestión.

Como se suele hacer para analizar un tema voy a crearme una escala de extremos, en la que el cero sería un laboratorio en el que no exista ningún criterio de seguridad, donde siempre se prefiera la rapidez, la simplificación y la eficiencia, al margen de la seguridad laboral. Sería un sitio sin ningún orden, donde cualquier tarea se hace en cualquier lugar, sin tomar ningún tipo de precauciones y en el que los operadores no tuvieran información ni interés sobre los peligros que acarran las tareas que realizaran. En el otro extremo, el 10, habría un laboratorio en el que las precauciones serían extremas, donde siempre y para cada tarea el operador se pusiera todos los elementos de seguridad, donde todo estaría pautado por protocolos de seguridad, en el que el menor descuido o equivocación sería sancionado severamente, y que solamente se utilizarían técnicas y normas que tuvieran exentas de peligro y sin ninguna duda sobre su seguridad.

Estos dos ejemplos son teóricos y no conozco casos reales de ellos. Evidentemente el meollo del problema es en cuál de los puntos intermedios ubicarse. La tendencia actual es subir en esa escala permanentemente. Cada vez se toman más precauciones, cada vez se dejan de usar técnicas o reactivos que se consideran peligrosos y cada vez trabajar en el laboratorio es más lento, complicado y costoso.

Según mi entender esto se debe a varias causas. La primera tiene que ver con una predisposición general a mejorar las condiciones laborales en todos los ámbitos debido principalmente a evoluciones históricas y sociopolíticas. Pero también la posibilidad actual de poder opinar sobre las más diversas cosas, sumada a otra tendencia actual que es la de tratar de eliminar el riesgo en todas las actividades, tendencia a la que no le veo límite. Por eso el concepto de 'seguridad necesaria' o seguridad razonable' hay que tenerlo en cuenta. El riesgo es parte de la vida, no me imagino una vida sin riesgo. El tema está en conocerlos y principalmente en tomar las medidas necesarias por si sucede algo.

Por ejemplo en nuestro laboratorio por exigencias institucionales se puso una ducha de seguridad que costó bastante, pero nadie tuvo en cuenta que no tenemos ninguna posibilidad de necesitarla por la cantidad y peligrosidad de reactivos que utilizamos. Y se dice 'bueno, nunca está de más' y yo contesto si porque ocupó espacios y recursos económicos y está ahí solita como 'cenicero de moto' riéndose de todos nosotros. Hubiera sino mejor, por ejemplo imprimir carteles con los números de la seguridad, emergencias, etc., o hacer un pequeño cursillo de cómo usar un extinguidor, usando un extinguidor, que en realidad nadie sabe y si en caso de emergencia hay que leer las explicaciones que trae seguramente no vamos a entender nada.

