

## RIESGOS OCUPACIONALES EN EL LABORATORIO QUIMICO

Tomás Acero Rosales\*

### PARTE PRIMERA: PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DESCRIPCIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS

Uno de los objetivos de la Seguridad e Higiene Industrial, referido al Laboratorio Químico, es la difusión de información relacionada a los efectos de los agentes ambientales presentes en estos lugares de trabajo, sobre la salud e integridad física de las personas que diariamente manipulan materias primas o sustancias que al entrar en combinación generan gases, vapores, polvo o formas de energía que pueden ocasionar molestias, daños o la adquisición de una ENFERMEDAD OCUPACIONAL.

### PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES PROFESIONALES

La lucha contra los riesgos del trabajo, sean accidentes o enfermedades ocupacionales, debe contemplar todas las causas de los mismos y debe iniciarse antes del ingreso del trabajador a la Empresa y de su ubicación en un lugar determinado de trabajo. Conforme se ha observado, una de las causas de accidentes o enfermedades, es la carencia de aptitudes o de capacidad: física, intelectual o profesional. Esa carencia debe ponerse de manifiesto en el examen previo al ingreso que debe estudiar la personalidad psicofísica y la preparación profesional.

---

\* Funcionario de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas.

La SEGURIDAD EN EL TRABAJO se fundamenta en la PREVENCIÓN y ésta en el conocimiento de las causas, directas o indirectas, de los accidentes o enfermedades, que derivan más que de las tareas y de las condiciones inapropiadas en que se realizan. Cuando se conocen las *Causas* pueden hacerse desaparecer y controlarse, anularse o atenuarse sus efectos. Se debe recordar que la *Higiene Industrial* está ligada a la *Seguridad*. Las deficiencias en la *Higiene Industrial*, como ha sido demostrado, se constituyen, en un porcentaje muy elevado, en origen de accidentes.

No puede mantenerse la salud a través de preceptos higiénicos ni puede mantenerse el estado de bienestar físico y mental sin la intervención directa de profesionales especializados. En los últimos años se ha tratado de trabajar en "equipo", con Comités o Comisiones de Seguridad e Higiene Industrial, integradas por Médicos, Ingenieros y Químicos especializados, Técnicos en Seguridad, representantes de la empresa y de los trabajadores.

La lucha contra los accidentes y enfermedades es la lucha contra las causas de los mismos. Por consiguiente, es conveniente recordar la clasificación de las causas que son: a) causas vinculadas al factor humano; b) causas relacionadas con las máquinas, herramientas, instalaciones y sustancias empleadas; c) causas vinculadas con el ambiente laboral; d) causas atribuibles a los métodos o sistemas de trabajo y e) causas vinculadas con la deficiente organización. Algunos autores atribuyen categoría de "causa" a ciertos defectos de nuestra legislación.

En todos los casos se debe *proteger al trabajador*, aún de sí mismo, de sus *fallas* que provocan accidentes y enfermedades. Es necesario romper un poco con la rutina que habla de protección personal, protección contra las máquinas, protección contra incendios, etc. En el caso de las máquinas, lo que se debe hacer es dotarlas de los implementos necesarios, diseñarlas y construirlas de modo que no favorezcan, permitan ni creen riesgos, convirtiéndose en causa directa o indirecta de accidente o enfermedad.

*No interesa la protección de las máquinas. Hay que proteger al trabajador de los riesgos creados por las mismas.*

## GASES, VAPORES Y SUSTANCIAS TOXICAS

Entre las sustancias corrosivas podemos citar los ácidos y álcalis de uso común y especialmente el ácido fluorhídrico. Entre las tóxicas y venenosas están incluidas las sustancias nitrogenadas tales como amoníaco, anilina, nitrobenzono, ácido cianhídrico y cianuros; además, benceno, bromo, sulfuro de carbono, cloro, sulfato de dimetilo, éter, ácido sulfhídrico, yodo, mercurio y fosgeno.

Use siempre la campana cuando trabaje con sustancias químicas que produzcan emanaciones tóxicas. Esta es la mejor regla y merece especial atención en la destilación de sustancias y que repetimos ahora a fin de acentuar la importancia del uso de la campana en la purificación de los ácidos bromhídrico, clorhídrico y nítrico; amoníaco, cloroformo y mercurio por destilación. Debe emplearse además una pantalla de seguridad.

Además, cualquier tratamiento que incluya el uso de ácido perclórico o la oxidación de materia orgánica por cualquier medio, necesariamente debe hacerse bajo la campana y tras una pantalla o vidrio de seguridad.

Análisis de solventes que requieren destilación, extracciones con líquidos volátiles o corrosivos, como el sulfato de dimetilo, o análisis especiales que incluyan ácidos concentrados, exigen el uso de lentes de seguridad como requisito para una operación segura. En general, es recomendable realizar *todo* trabajo de laboratorio usando permanentemente los lentes de seguridad.

Como protección contra humos de ácidos, una máscara protectora recomendada debe ser colocada en lugar de fácil acceso en el laboratorio para uso corriente o de emergencia, por ejemplo, en el caso de que gran cantidad de ácido nítrico se haya esparcido sobre una superficie de madera. Operaciones de rescate requieren el uso de "unidades de seguridad del tipo *self-rescue* de M.S.A.", colocados en la oficina del químico jefe y en lugar debidamente marcado.

Todo el personal debe estar familiarizado con el uso apropiado y mantenimiento de ese equipo y entrenado para cualquier emergencia.

## REACTIVOS ESPECIALES

### *Agua Regia*

Con referencia al almacenamiento del agua regia, J.A. Campbell hizo las siguientes anotaciones: "En la Chem. and Eng. News de febrero 28 fue mencionado el peligro del almacenamiento de agua regia de acuerdo a la experiencia de H.H. Fawcett en la General Electric. Puedo decir que es peligroso almacenar agua regia, usada o fuera de uso, en botellas selladas. Las presiones parciales de equilibrio de los gases generados cuando los ácidos clorhídrico y nítrico están en contacto, llegan a varias atmósferas. En presencia de agentes reductores, por ejemplo un sulfuro, la reacción es rápida y aún el agua regia pura produce la reacción en forma suficientemente rápida como para hacer *no recomendable* el almacenamiento de este material en cualquier recipiente cerrado".

A fin de eliminar esa dificultad es conveniente preparar cantidades mínimas, suficientes para abastecer las necesidades diarias del laboratorio y eliminar lo sobrante diluyéndolo bastante en agua, como en el caso de cualquier ácido concentrado y luego desecharlo, usando agua corriente en gran cantidad para enjuagar bien el desagüe.

### *Cianuro*

Este reactivo que tiene uso en determinaciones espectrofotométricas de plomo y de cadmio y en síntesis orgánica presenta un doble problema, o sea: manejo y eliminación.

Se recomienda muy especialmente usar una perilla de goma para llevar la pipeta. Como es bien sabido, se trata de un reactivo mortífero que debe tener consideración especial.

Al eliminar las soluciones de cianuro debe tenerse cuidado de que no entren en contacto con ácidos libres. El mejor modo de hacerlo es vertiendo las soluciones en el desagüe bajo la campana de gases y enjuagando copiosamente con agua.

Después de manejar cianuro en cualquier forma, el químico debe lavarse las manos con especial cuidado.

### *Acido Fluorhídrico*

- a) *Precauciones:* la mayoría de estas recomendaciones están basadas en la publicación de H.C. Miller, titulada: "Manejo seguro de derivados del fluor" quien es considerado una autoridad en esta materia. En la química de Higiene Industrial, el peligro de contacto con compuestos fluorados se reduce prácticamente al ácido fluorhídrico y en consecuencia las recomendaciones están dirigidas a este reactivo y los serios efectos de las quemaduras, tanto más graves cuanto más se demora en atenderla, ya que el tiempo de contacto es directamente proporcional a la gravedad de la lesión resultante. Es interesante anotar que las quemaduras producidas por soluciones diluidas de ácido fluorhídrico se sienten después de una hora o más de exposición al ácido aunque ya haya tomado profundidad. Las quemaduras de ácido fluorhídrico anhidro son sentidas inmediatamente.

Cuando se utiliza ácido fluorhídrico es especialmente recomendable el uso de instrumentos de seguridad apropiados y que son principalmente:

un protector de la vista y guantes tipo neopreno con prolongación de la muñeca. Estas precauciones deben observarse principalmente cuando se prepara ácido fluorobórico y cuando se hace la volatilización del anhídrido silícico, con ácido fluorhídrico, en la determinación de cuarzo, procedimiento que en todas sus fases debe llevarse a cabo bajo campana de gases. Después de sacar del recipiente de plástico, la tapa debe ser recolocada cuidadosamente y el vaso que sirve de medida enjuagado bien con agua destilada en el desagüe de la campana.

Como en el caso del bromo líquido, apenas cantidades mínimas de ácido fluorhídrico deben tenerse a mano en el laboratorio, digamos 100 g del primero y no más de 500 g del segundo. En ambos casos los respectivos envases deben ser colocados sobre una bandeja de plástico de tamaño suficiente como para contener todo el volumen del líquido almacenado en la campana de gases y a una altura inferior a la de los ojos.

- b) *Primeros auxilios:* debe lavarse inmediatamente la superficie de la piel afectada con mucha agua y enseguida aplicarse una solución helada saturada de sulfato de magnesio, por un período mínimo de media hora, llamando inmediatamente a un médico. Para la mayoría de quemaduras el único tratamiento subsiguiente es la abundante aplicación de una pasta preparada con polvo de óxido de magnesia y glicerina. Estos preparados para primeros auxilios deben tenerse listos para su uso en el laboratorio. Si la quemadura es de mayor importancia y especialmente cuando ataca debajo de las uñas debe inyectarse gluconato de calcio alrededor, debajo y dentro de la quemadura siempre con la debida atención médica.

Cuando ha penetrado a los ojos alta concentración de ácido fluorhídrico en forma de gas o líquido, se indica lavar copiosamente con agua limpia y llamar a un especialista, quien debe estar familiarizado con el tratamiento de quemaduras de los ojos debidas a productos químicos.

### *Mercurio*

La revisión de la literatura acerca del envenenamiento por mercurio hecha por J.B. Lawrence, demuestra amplia divergencia de opiniones acerca de "límites permisibles" pero resalta la necesidad de precaución en el manejo de este metal, ya que los síntomas clínicos de los casos leves son muy vagos.

Debe tenerse en cuenta el hecho de que el mercurio se volatiliza a temperatura ambiente produciendo vapor que es venenoso y para lo que se recomienda como mínimo las siguientes medidas de seguridad:

- a) *Precauciones:* dicho autor establece que: “a pesar de que altas dosis de vapor de mercurio pueden causar envenenamiento inmediato el peligro principal deriva del contacto con bajas concentraciones por altos períodos de tiempo”; de allí que la atención que se le dé a su manejo en los análisis polarográfico es significativa.

Principalmente nos referimos a la operación de llenar los reservorios de mercurio, en el uso de electrodo de gota de mercurio; a la destilación de mercurio y a la agitación con ácido nítrico y subsecuente filtración a través de papel filtro provisto de pequeña abertura (tipo agujero) en el vértice, operaciones que deben efectuarse sobre una bandeja grande de acero inoxidable o plástico a fin de recoger los derrames y las salpicaduras de pequeñas gotas.

Además es recomendable que la purificación, filtración o destilación sea efectuada en campana bien ventilada y de preferencia con una adecuada serie de trampas para la bomba de vacío o directa expulsión al exterior.

También se aplica lo dicho a la oxidación por burbujas de aire a través del mercurio realizada en el oxigenador Bethlehem o cuando se usa un recipiente de filtración con brazo de succión lateral. En este último caso el mercurio debe ser cubierto con una capa de agua como precaución adicional.

- b) *Derrame:* a fin de reducir las concentraciones de vapor de mercurio constituye una buena medida recoger el mercurio derramado cuanto antes. Se facilita la recolección de pequeñas gotas en hendidura con el uso de una botella de succión y para superficies necesariamente planas, se utiliza el magneto de mercurio ilustrado por Lawrence que no es más que un espiral de alambre de cobre grueso sumergido en ácido nítrico antes de ser amalgamado.

Golpeando el alambre sobre un vaso permite separar las gotas de mercurio recuperado.

Un buen recurso es esparcir azufre en flor, cinc en polvo o, mejor aún, el reactivo específico Mercurisorb® (Roth), sobre el piso al que se haya derramado mercurio y dejar por toda una noche, antes de recogerlo nuevamente. Generalmente debe evitarse barrer en seco.

### *Acido Perclórico*

- a) *Fuerza destructiva:* la primera consideración a ser anotada es que este reactivo, debe tenérselo en cuenta siempre como una fuerza destructora

enorme y manejarlo de acuerdo a este principio, especialmente en caliente y en presencia de sustancias fácilmente oxidables.

- b) *Almacenamiento en el laboratorio:* en general es mejor no guardar ácido perclórico en el mismo laboratorio cuando su uso inmediato no sea requerido. De otro modo, apenas cantidades mínimas que no excedan de 100 g deben ser guardadas a altura inferior a la de los ojos en un frasco bien marcado, y sobre una bandeja de tamaño suficiente como para recibir todo el contenido del frasco; debe guardarse siempre bajo la campana de gases.
- c) *Precauciones especiales:* el químico debe tomar como norma protegerse debidamente con anteojos o máscara cuando use este ácido y evitando así el riesgo de perder la vista si una gota le hubiere saltado al ojo.

Si el ácido perclórico está descolorido, indica que ha sufrido contaminación y es necesaria su inmediata eliminación, diluyendo con unos 10 volúmenes de agua por lo menos, mezclando bien y arrojándolo al desagüe con gran cantidad de agua corriente.

Es necesario llenar la pipeta con ayuda de perilla o bombilla de goma cuando se mida o transfiera volúmenes de ácido.

Finalmente, el uso de este ácido en oxidación de materia orgánica no es recomendable, especialmente en presencia de ácido sulfúrico, ya que en estas condiciones hay gran posibilidad que ocurra una explosión debida a la formación de ácido perclórico anhídrido.

### *Solventes*

- a) *Absorción:* debe evitarse la disolución de la grasa de la piel y consiguiendo la absorción por contacto con hidrocarburos aromáticos o clorados. Se recomienda el uso de goma o cremas protectoras para las manos.
- b) *Análisis:* las llamas encendidas deben ser apagadas antes de comenzar el análisis de cualquier solvente por destilación, extracción, etc. este tipo de trabajo se realiza mejor bajo la campana de gases, usando calentadores eléctricos, como el "glas-col" con vidrio de seguridad y extinguidor del tipo anhídrido carbónico colocado al alcance de la mano para cualquier emergencia.

## *Soluciones sin etiqueta*

En ninguna circunstancia deben guardarse frascos sin clasificación y el químico jefe debe arrojarlos cuando encuentre este tipo de frascos. Sin embargo, la eliminación de residuos químicos requiere de toda una serie de precauciones también, en las que el químico responsable debe estar plenamente instruido.

---

En una segunda parte de este trabajo se presentará al lector los métodos de primeros auxilios y de protección contra diversos riesgos en el laboratorio químico.

---

### REFERENCIAS

- Batavi, M.A.; Chief Medical Officer, Office of Occupational Health, Occupational Health of Workers. World Health Organization, Geneva, Suiza. Doc. 0137 J; 12-1-1987.
- **Encyclopaedia of Occupational Health and Safety** Vol. J., 3rd. (revised) Edition; Geneva (1983), pp. 487-490.
- Meeting on Organization of Health Care for Small Industries, 22-27 July, 1975. Doc. OCH/76.2, World Health Organization (1976), 38 pp.
- Primary Health Care, "Health for All", Series No. 1, UNICEF Alma Alta (1978). World Health Organization, Geneva 1981.
- Landry, A.S., "Seguridad en el Laboratorio". **Boletín del Instituto de Salud Ocupacional** (1967), Vol. II, No. 4, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- Laboratory Emergency Chart 1950, **Manual of Laboratory Safety** (1952), Fisher Scientific Co.
- Murúa, H. y Araya M. Antonio; **Manual de Higiene y Seguridad Industrial**, Ediciones de la Universidad Técnica del Estado CUT, Chile; Nov. 1969.
- Primeros Auxilios, Tema 10. Corporación de Seguridad y Prevención de Accidentes de Trabajo; **Mutual de Seguridad**, Santiago, Chile (1972).