

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos

CONSIDERACIONES PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD DE LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA

Gilberto Beltrán Llerandi,¹ Odalys Castro Díaz² y Lourdes Pérez Socorregut²

RESUMEN

La implantación de un Programa de Seguridad de los Laboratorios de Química es de vital importancia, ya que antes de acometer cualquier trabajo en los laboratorios es aconsejable analizar cuáles riesgos pudieran presentarse, desde la manipulación inicial de las muestras objeto de análisis, hasta el desecho final de los productos. En el presente trabajo se exponen algunas medidas relacionadas con la protección de los equipos, las muestras, el ambiente, la información, la documentación y la salud de los trabajadores que laboran en los laboratorios de Química, las cuales pueden servir de base para la confección e implantación del Programa de Seguridad de los Laboratorios.

Descriptor DeCS: LABORATORIOS/normas; QUIMICA; MEDIDAS DE SEGURIDAD; RIESGO.

La protección de la integridad de los laboratorios de Química trae aparejado la protección de los equipos, las muestras, el medio ambiente, la información, la documentación y la salud de los trabajadores que laboran en ellos. Para eso es necesario confeccionar e implantar un Programa de Seguridad que abraque todos los aspectos relacionados con toda la actividad que se realiza en estos laboratorios.¹⁻³

Con el fin de llevar a cabo exitosamente la seguridad de los laboratorios de Química deben establecerse medidas

generales de obligatorio cumplimiento, no sólo para el personal que labora en ellos, sino también para aquél que requiere de los servicios y/o recursos del laboratorio. Asimismo hay que establecer medidas relacionadas con la manipulación y el uso de las sustancias químicas, la manipulación y preparación de las muestras que pudieran ser tóxicas, inflamables, explosivas o dañinas, implementar un plan para el tratamiento y la disposición de los residuos, medidas para evitar riesgos con el uso de los equipos, así como para la protección

¹ Bioquímico. Investigador Auxiliar.

² Técnica A en Laboratorio Sanitario.

de la información y toda la documentación.⁴ En este trabajo se exponen elementos básicos y fundamentales, indicando algunos ejemplos, que puedan servir de base para establecer un Programa de Seguridad de los laboratorios de Química con el fin de garantizar un mínimo de riesgo para el personal que labora en él.

Aspectos fundamentales que deben incluirse en el programa

- Disposiciones generales.
- Manipulación inicial de las muestras y su conservación.
- Medidas de seguridad en el uso de los equipos.
- Medidas de seguridad en técnicas y trabajos especiales.
- Medidas básicas en la manipulación de ácidos, álcalis, solventes orgánicos y otras sustancias químicas peligrosas.
- Tratamiento y disposición de los residuos.
- Pictogramas o símbolos de peligrosidad.
- Antídotos.

Disposiciones generales¹⁻⁴

- Limitar el acceso de personal ajeno al laboratorio.
- Adecuada iluminación y ventilación en los locales de las áreas de trabajo de los laboratorios. En las áreas donde lo requieran debe haber una adecuada climatización y en otras, ventilación suficiente para evitar acúmulos de gases u olores extraños.
- Prohibición de fumar y/o preparación e ingestión de alimentos, que no sean objeto de análisis en las áreas de trabajo de los laboratorios, incluyendo los locales donde están los equipos.
- No utilizar estufas, planchas de calentamiento, refrigeradores u otros equipos

de laboratorio, en otro uso que no sea el del trabajo del laboratorio.

- En las áreas donde lo requieran deben estar situadas campanas de extracción de gases tóxicos, duchas por la posible quemadura o derrame con sustancias tóxicas u otros materiales y extinguidores. El personal deberá estar adiestrado para el manejo de éstos.
- Los trabajadores deben mantener higiene personal adecuada y el uso correcto de las batas sanitarias y medios de protección como anteojos, guantes y otros.
- Se mantendrán todos los recipientes que contengan reactivos y/o patrones de referencias bien etiquetados, teniendo en cuenta las condiciones que requiera cada uno para su conservación y riesgo, de acuerdo con lo que se plantea en la literatura.
- En caso de derrame de algunas sustancias se tomarán las medidas adecuadas para su eliminación y limpieza.
- Para el almacenamiento de los reactivos se tendrá en cuenta las incompatibilidades químicas de las sustancias que lo requieran y los explosivos se colocarán en locales especiales bajo estricto control.
- Se relacionarán todos los productos químicos que se emplean en el laboratorio, especificando sus riesgos toxicológicos, los antídotos, las medidas necesarias para casos de quemaduras, ingestiones casuales u otras acciones que puedan provocar la intoxicación del personal y el tratamiento de los residuos de estas sustancias.

Un riesgo a la seguridad de los laboratorios de Química, y por tanto al personal que labora en ellos, puede derivarse cuando la naturaleza, la cantidad y uso de sustancias químicas o equipos provoquen cualesquiera de las siguientes anomalías.⁴

- La concentración de los vapores que se emanen de los líquidos inflamables exceda del 25 % del límite inferior de inflamabilidad.
- El contacto entre el analista y cantidades altamente activas fisiológicamente o tóxicas que excedan el valor límite del umbral.
- El contacto entre el analista y cantidades suficientes de materiales altamente corrosivos que produzcan serias lesiones.
- El contacto entre el analista y radiaciones que pudieran ser dañinas.
- Explosiones o reacciones violentas en las áreas de trabajo de los laboratorios.
- Daños al analista por peligrosidad en equipos que utiliza o procesos que desarrolla que no son fácilmente detectables por el analista.

Manipulación inicial de las muestras y su conservación

Cada laboratorio debe establecer ya sea en los métodos analíticos específicos o en sus regulaciones propias ciertas medidas para la manipulación inicial de las muestras con el fin de evitar su posible contaminación o descomposición que, posteriormente efecten los resultados finales del análisis. Por ejemplo, en un laboratorio donde se realicen determinaciones de trazas de metales, en la preparación y manipulación de las muestras objeto de ensayo debe evitarse el uso de homogeneizadoras con cuchillas de metal (deben ser de acero inoxidable libres de metales o de plástico resistentes), los recipientes donde se conserven o se muestreen los alimentos serán de vidrio y con tapas de teflón o en bolsas de polietileno libres de metales y lavados previamente con ácidos para evitar la contaminación con metales.

Por ello, es muy importante que cada laboratorio en específico confeccione sus

propias regulaciones para la correcta ocupación de las muestras, para su conservación, ya sea refrigeradas o congeladas, para la manipulación y/o preparación según el tipo de muestras y el análisis a realizar.

Medidas de seguridad en el uso de los equipos⁴

- Los equipos que se utilicen para almacenar éter u otros líquidos volátiles o altamente inflamables deben estar fabricados o tener dispositivos a prueba o resistentes a las explosiones.
- Familiarizarse con la localización y métodos de uso más efectivos de los extinguidores de incendio que se usan para fuegos producidos por líquidos y/o sólidos inflamables, gases y vapores (butanol, acetileno, etc.), metales ligeros (Mg, Na, etc.), equipos eléctricos y electrónicos.
- Tome las precauciones establecidas cuando utilice las centrífugas.
- Use dispositivos efectivos de remoción de gases tóxicos en el caso de utilización de espectrofotómetros de absorción atómica, HPLC, fotómetros de llama, fotofluorómetro (las radiaciones de luz UV emiten cantidades considerables de ozono), destilaciones de solventes inflamables y/o tóxicos.
- Utilice soportes firmes y asegure todas las conexiones y deje amplio espacio de cabeza en los recipientes cuando vaya a realizar destilaciones.
- Tome debidas precauciones cuando use equipos eléctricos para evitar lesiones mecánicas (cuchillas de los molinos), *shock* eléctrico (ausencia o mala conexión a tierra) o fuego por encendido de vapores inflamables con chispas eléctricas.

Medidas de seguridad en técnicas y trabajos especiales¹⁻⁴

- *Cromatogramas por rociado.* Cuando se rocien reactivos fuertemente corrosivos y tóxicos en los cromatogramas, use guantes, dispositivos de protección para la cara, protección respiratoria y hágalo bajo una campana de extracción de gases tóxicos, para proteger la piel, los ojos y tracto respiratorio, contra neblinas o humos generados por el dispositivo de rociado.
- *Pipetas.* No pipetee líquidos dañinos empleando succión con la boca. Utilice dispositivos adecuados para ello.
- *Oxidación húmeda.* Esta técnica es la más peligrosa entre las que usan ácidos, aunque puede ser ejecutada con seguridad. Más adelante exponemos las medidas de precaución a tomar para ácidos usados en los laboratorios de Química.
- Prohibición de realizar trabajos en forma aislada o solitaria o durante varias horas de trabajo, de lo contrario debe ser contactado el analista periódicamente como medida de seguridad.
- Proteja sus manos con toallas o guantes gruesos cuando inserte tubos de cristal en tapones de corcho o de goma.
- Abra las ámpulas bajo una campana de extracción de gases tóxicos y encima de una bandeja suficientemente grande para que el contenido caiga en ella.
- Si el contenido es volátil, enfríe antes de abrir.
- Deshacerse de la cristalería astillada o rota en recipientes especiales.
- Use cristalería resistente al calor cuando prepare soluciones que generen calor.
- Al destilar éter dietílico, se requiere comprobar la ausencia de peróxidos para evitar explosiones por el calor.

Medidas básicas en la manipulación de ácidos, álcalis, solventes orgánicos y otras sustancias químicas peligrosas⁴⁻⁹

- Use campana de extracción de gases tóxicos siempre que caliente ácidos o realice reacciones que liberen vapores o gases.
- Al diluir, SIEMPRE agregue los ácidos sobre el agua, al menos que exista otra indicación en el método.
- Evite contacto con la piel, los ojos y tracto respiratorio y proteja sus ojos de salpicaduras.
- Si se derrama ácidos en la piel, lave inmediatamente con abundante agua.
- Use careta protectora o anteojos de protección y guantes de goma gruesos cuando manipule estos reactivos.
- Evite contacto con materiales que puedan provocar fuego o explosión.
- Use solamente alcohol seco cuando prepare alcoholato de Na y agregue el metal directamente al alcohol, un pedazo pequeño en cada ocasión.
- Evite agregar Na metálico a la reacción a través del condensador.
- Muchos álcalis son fuertemente cáusticos y pueden causar severas quemaduras, tome precauciones bien estrictas.
- No mezcle residuos de solventes.
- No permita que los vapores se concentren a niveles de inflamabilidad en el área de trabajo, puesto que es casi imposible eliminar todo peligro de chispas procedente de electricidad estática aún cuando los equipos eléctricos estén conectados a tierra.
- Use ropas y guantes permeables (guantes de polietileno) si es necesario. Lávese completamente con jabón y agua para evitar contaminación de los alimentos y al fumar.
- No introduzca residuos de pesticidas ni entre en otras áreas después de manipu-

lar formulaciones de pesticidas, hasta que la ropa y los guantes de protección hayan sido quitadas y la cara y las manos completamente lavadas con jabón y agua.

- Cuando use nitrato de plata amoniacal, empleelo rápidamente después de su preparación y no permita reposar por largos períodos.
- Evite electricidad estática.
- Cuando trabaje con cianuros, evite contacto con ácidos, ya que forma HCN altamente tóxico y de rápida acción.
- Destruya los residuales de cianuros con solución de NaOCl alcalina.
- Cuando trabaje con ácido hipofosforoso, evite su descomposición, emite vapores altamente tóxicos (fosfina) y puede explotar.
- Se requiere de un personal de limpieza altamente calificado para las áreas donde se trabaje con Hg.

Tratamiento y disposición de los residuales^{6,7,9}

Los productos químicos de laboratorio que quedan como subproductos son generalmente residuos de carácter especial, por lo que tienen como destino final su recuperación, transformación o el traslado hacia lugares adecuados para su eliminación. Muchos de estos residuos, antes de darle el destino correspondiente, es necesario desactivarlos de su condición de peligrosidad y almacenarlos en recipientes preparados al efecto. Por ello:

- Es necesario tener a disposición recipientes de material y tamaño apropiados, según la característica del residuo.
- Los recipientes colectores deben tener un cierre hermético y estar bien identificados y rotulados con el tipo de sustancia contenida.

Se recomiendan los recipientes siguientes:

- Para disolventes orgánicos no halogenados.
- Para disolventes orgánicos halogenados.
- Para disoluciones previamente neutralizadas a pH entre 6 y 8.
- Para mercurio y sales mercuriales.
- Para sales metálicas regenerables.
- Para residuos químicos sólidos.

Existen diferentes procedimientos de desactivación según el tipo de residuo: ácidos inorgánicos, sales ácidas y soluciones ácidas, ácidos orgánicos, bases aminas, sales básicas y soluciones básicas, compuestos metálicos, agentes oxidantes, aldehídos, disolventes miscibles con agua, éteres, fluoruros, disolventes orgánicos halogenados, mercurio y sus compuestos, metales alcalinos y alcalinotérreos, nitrocompuestos y otros procedimientos en dependencia del tipo de residuos

Pictogramas o símbolos de peligrosidad^{6,9}

Están establecidos diferentes símbolos internacionales que deben ser usados en frascos de reactivos o productos químicos, en soluciones preparadas, en locales donde se almacenan estos materiales o a la hora de transportarlos con el fin de indicar la peligrosidad y derivado de ello tomar las medidas adecuadas para su traslado, preparación, uso o disposición que se vaya a dar en un momento dado. Estos pictogramas tienen una figura determinada, un color y la indicación del peligro. Sería aconsejable que cada laboratorio tenga una pancarta donde estén señalizados los pictogramas siguientes:

- E Explosivo
- O Comburente
- F⁺ Extremadamente inflamable

- F Inflamable
- T⁺ Muy tóxico
- T Tóxico
- C Corrosivo
- Xn Nocivo
- Xi Irritante
- N Peligroso para el medio ambiente

Antídotos^{6,10}

Son sustancias o materiales que se emplean para contrarrestar cualquier accidente ocurrido en el laboratorio, no sólo al personal sino por derrame de sustancias nocivas o dañinas. Podemos señalar algunos ejemplos, aunque es necesario que cada laboratorio tenga implementado un procedimiento o reglas a seguir cuando suceda alguna situación anómala al personal o en el laboratorio, ejemplos:

- El ácido acético es corrosivo, en caso de contacto con los ojos, lavarlos inmediatamente con abundante *agua* y consultar a un médico.
- El ácido clorhídrico es corrosivo e irritante a las vías respiratorias, en caso de ingestión accidental, ingerir soluciones alcalinas, como MgOH o leche de magnesia, media cucharada de aceite vegetal o tomar

una clara de huevo. No usar carbonatos.

- El hidróxido de sodio es corrosivo e irritante para los ojos y la piel, en caso de contacto con ellos, lavarlos inmediatamente con abundante agua y consultar a un médico.
- Esparcir azufre en polvo sobre el Hg derramado puede ayudar a la limpieza de esa superficie.

Esperamos que este trabajo sea de utilidad para todas y cada una de aquellas autoridades que tengan que ver con el funcionamiento de los laboratorios y especialmente para el personal que labora en ellos. Consideramos que cada laboratorio debe confeccionar e implementar su propio Programa de Seguridad, incluyendo en él, una relación completa y específica de las sustancias químicas que se emplean, indicando su nombre químico, su nombre industrial (si lo posee) u otro nombre que la identifique, sus características principales relacionadas con los riesgos o daños que pudieran ocasionar, la disposición de los residuos, el uso de antídotos para casos de accidentes con sustancias químicas y la forma correcta de almacenamiento y preservación, teniendo en cuenta sus incompatibilidades con otras sustancias.

SUMMARY

The introduction of a Chemical Laboratory Safety Program is very important, since before doing any work at the laboratories it is advisable to analyze the possible risks from the initial manipulation of the samples to the final waste of the products. Some measures connected with the protection of equipment, samples, environment, information, documents and the health of the personnel working at the chemical laboratories are presented here. Such measures can be used as a basis for making and introducing the Laboratory Safety Program.

Subject headings: LABORATORIES/standards; CHEMISTRY; SECURITY MEASURES; RISK.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NC/ISO/IEC:25-43. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo. Comité Estatal de Normalización. Cuba. 1992:2.
2. NC/ISO/IEC:25. Proyecto. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo. Comité Estatal de Normalización. Cuba. 1997:16.

3. NC 26-212: Buenas Prácticas de Laboratorio. Comité Estatal de Normalización. Cuba. 1992:2.
4. Cole EC. Appendix: laboratory safety. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15 ed. Arlington: Kenneth Helrich; 1990:649.
5. NC 21-10: Productos Químicos. Clasificación por Calidad y Especificaciones. Comité Estatal de Normalización. Cuba. 1968:1.
6. Panreac: catálogo general. Sustancias peligrosas. Barcelona:Panreac Química;1996:1617.
7. Fluka: chemika-biochemika. Hazardous products. Buchs:Fluka Chemie;1990/91:7.
8. Aldrich: Catalog handbook of fine chemicals. Waste disposal methods. Milwaukee: Aldrich Chemical;1990/91:F16.
9. Merck: Reactivos, diagnóstico, productos químicos. La etiqueta de seguridad. E. Merck, Darmstadt:1990/91:19.
10. Martin EW, Cook EF. Remington's practice of pharmacy. Easton: The Mack Publishing Company;1956:896.

Recibido: 24 de septiembre de 1998. Aprobado: 4 de noviembre de 1998.

Lic. *Gilberto Beltrán Llerandi*. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Infanta No. 1158, municipio Centro Habana, Ciudad de La Habana 10300, Cuba.