

DIRECTIVA MINISTERIAL No. 67

DE: MINISTRA DE EDUCACIÓN NACIONAL

PARA: ENTIDADES TERRITORIALES CERTIFICADAS EN EDUCACIÓN, Y ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.

ASUNTO: ORIENTACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN O AJUSTE EN LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DEL MANUAL DE NORMAS DE SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y DE FÍSICA.

FECHA: 03 DIC 2015

El Ministerio de Educación Nacional con el fin de prevenir riesgos que afecten la vida y la integridad de los estudiantes y en general de la comunidad educativa, se permite definir las orientaciones necesarias que deberán tener en cuenta las instituciones educativas oficiales y privadas del país para construir o ajustar el manual de normas de seguridad en los laboratorios de química y de física, las cuales se encuentran como documento adjunto a la presente Directiva.

La expedición y aplicación de un manual de normas de seguridad en las prácticas pedagógicas que se realizan en los laboratorios de química y de física tiene como principal objetivo propiciar un ambiente seguro para el desempeño de labores que involucren actividades experimentales en estas dos áreas del conocimiento, tendientes a garantizar el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes.




Así las cosas, las entidades territoriales certificadas en educación, en ejercicio de sus competencias establecidas en la Ley 715 de 2001, deberán garantizar que todos los establecimientos educativos públicos y privados de su jurisdicción, que cuenten con laboratorios de química y física, elaboren sus manuales de normas de seguridad o los ajusten, si ya existen, atendiendo como mínimo las orientaciones que se anexan a la presente Directiva, pues con ello se pretende garantizar que las prácticas que se lleven a cabo al interior de estos escenarios, se realicen en el marco de las medidas mínimas de seguridad para disminuir el riesgo de accidentes y enfermedades por desconocimiento, malas prácticas y/o condiciones inadecuadas.

Finalmente, cabe recordar que al interior de los establecimientos educativos públicos y privados, no se permite la fabricación, manipulación, demostración y venta de ningún tipo de artículo pirotécnico o explosivo, ni de ninguna otra actividad en la que se manipule dichos elementos.

Atentamente,


GINA PARODY D'ECHEONA
Ministra de Educación Nacional

Anexo: ORIENTACIONES PARA ELABORAR EL MANUAL DE NORMAS DE SEGURIDAD EN LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA Y FÍSICA DE LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.

Aprobó:  Dra. Laura Barragán, Directora de Calidad para la Educación
 Revisó:  Dra. María Angélica Sáenz, Jefe de la Oficina Asesora de Calidad
 Dra. Ana B. Escobar, Subdirectora de Relaciones y Vinculación de la Calidad Educativa

**ORIENTACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN EN LOS
ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DEL MANUAL DE NORMAS DE
SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA Y DE FÍSICA**

**PARA EXPERIENCIAS SEGURAS DE APRENDIZAJE EN EL
LABORATORIO**

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL
DIRECCIÓN DE CALIDAD PARA LA EDUCACIÓN
PREESCOLAR, BÁSICA Y MEDIA
BOGOTÁ, JULIO DE 2015**

Sinceros agradecimientos a **Elizabeth Murillo Perea**, Magíster en Química, Directora de Calidad LASEREX - Facultad de Ciencias - Universidad del Tolima, destacada y reconocida docente de esta Universidad, por sus valiosas y sabias contribuciones a este Manual. Gracias por sus generosas observaciones.

De igual manera, agradecemos al **Ministro de Salud y Protección Social**, por sus importantes y acertados aportes.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	9
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS.....	13
2. EL MANUAL DE CONVIVENCIA & EL MANUAL DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO	14
3. IMPORTANCIA Y OBJETIVOS DEL USO DE LABORATORIO DE QUÍMICA Y LABORATORIO DE FÍSICA.....	16
4. NORMAS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO.....	17
4.1 BUENAS PRÁCTICAS GENERALES	17
4.2 BUENAS PRÁCTICAS ESPECÍFICAS	19
4.3. NORMAS PARA EL PERSONAL DOCENTE.....	23
4.4. NORMAS PARA EL DOCENTE RESPONSABLE DEL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.....	25
5. RECOMENDACIONES PARA INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS.....	27
5.1 INFRAESTRUCTURA	27
5.1.1 Condiciones físicas generales del laboratorio.....	27
5.1.2 Ventilación	29
5.1.3 Iluminación.....	29
5.1.4 Instalación eléctrica	30
5.1.5 Señalización de seguridad en el laboratorio	31
5.1.6 Mantenimiento del laboratorio.....	36
5.2 IMPLEMENTOS DE VIDRIO	36
6. SUSTANCIAS Y REACTIVOS QUÍMICOS	37
6.1 VÍAS DE EXPOSICIÓN	37
6.2 ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	37
6.2.1 Normas generales de seguridad para el almacenamiento de sustancias químicas.....	38
6.3 NORMAS GENERALES EN RELACIÓN CON LAS INCOMPATIBILIDADES QUÍMICAS.....	40

6.4 EFECTOS TÓXICOS DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS	40
6.5 SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS.....	41
6.7 HOJAS O FICHAS DE SEGURIDAD	45
7. GESTIÓN DEL RIESGO EN EL LABORATORIO.....	50
7.1 NORMAS ESPECÍFICAS ASOCIADAS A RIESGO QUÍMICO.....	50
7.2 EQUIPO DE EMERGENCIA	51
7.2.1 Primeros Auxilios	52
7.2.2 ¿A quién acudir? Directorio de Emergencia	54
7.3 PLAN DE EMERGENCIA.....	55
7.4 ACCIDENTES	56
7.4.1 Personales (Salpicaduras, quemaduras, cortes, ingestión, inhalación) .	56
7.4.2 Globales (incendios, explosiones)	58
8. NORMATIVIDAD SOBRE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS EN EL LABORATORIO	61
8.1 SEPARACIÓN EN LA FUENTE	61
8.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO INTERNO	63
8.3 TRANSPORTE EXTERNO.....	64
9. PROHIBICIÓN DE MANIPULACIÓN DE ARTÍCULOS PIROTÉCNICOS O EXPLOSIVOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Colores de la señalización de seguridad.	33
Tabla 2. Normas generales en relación con las incompatibilidades químicas.	40
Tabla 3. Clasificación de sustancias químicas peligrosas	41
Tabla 4. Tipos y usos de extintores de incendios.	53

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Matriz de compatibilidad de sustancias peligrosas	38
Cuadro 2. Frases comunes utilizadas en la Hoja de Seguridad y Etiquetas de las sustancias químicas	47
Cuadro 3. Tipos de incendios y extintores	54
Cuadro 4. Código de colores para recipientes de residuos sólidos	62

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Señales de advertencia o precaución que deben exigirse	34
Figura 2. Señales universales de prohibición exigibles	34
Figura 3. Señales de emergencia exigibles	35
Figura 4. Señales sobre incendio exigibles	35
Figura 5: Ejemplo de etiqueta de recipientes de sustancias químicas	45

GLOSARIO

BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO: en el contexto del presente manual, se refiere al conjunto de normas, procedimientos, técnicas, estrategias y medidas preventivas establecidas para garantizar la realización de experiencias y prácticas de laboratorio en condiciones confiables y seguras, por parte de docentes y estudiantes y personal encargado.

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS¹: conjunto articulado e interrelacionado de acciones de políticas normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo desde la prevención de la generación hasta el aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final de los residuos, a fin de lograr beneficios sanitarios y ambientales y la optimización económica de su manejo respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada región.

HOJAS DE SEGURIDAD²: Las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales, MSDS (Material Safety Data Sheet) son documentos que contienen información sobre los compuestos químicos, en los cuales se especifican detalles sobre el uso, el almacenaje, el manejo, los procedimientos de emergencia y los efectos potenciales a la salud relacionados con un material peligroso. Las MSDS contienen mucha más información sobre el material de la que aparece en la etiqueta del envase. El fabricante del material debe redactar y preparar las MSDS correspondientes.

LABORATORIO: es un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico; equipado de instrumentos de medida o equipos con que se realizan experimentos, investigaciones o prácticas diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique. Su importancia consiste en que sus condiciones ambientales están controladas y normalizadas, esto quiere decir que no se producen influencias extrañas (a las conocidas o previstas) que alteren el resultado del experimento o medición: control, y que se garantiza que el

¹ COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 de 2005. Bogotá, 30 de diciembre de 2005. Art. 3 Definiciones.

² MSDS. (n.d.). Seguridad y salud en el trabajo. [En línea], [junio 22 de 2015] disponible en: (<http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2012/02/hoja-de-datos-de-seguridad-de.html>).

experimento o medición es repetible, es decir, cualquier otro laboratorio podría repetir el proceso y obtener el mismo resultado: normalización.

LABORATORIO DE FÍSICA: El laboratorio de Física es el lugar donde se comprueba la validez de los principios físicos mediante la aplicación del método científico a través de experimentos generalmente planeados y organizados para un grupo de estudiantes que participan activamente o como observadores en la elaboración de los mismos. En él se realizan experimentos con electricidad, electrónica, óptica y afines.

LABORATORIO DE QUÍMICA³: es el lugar donde se comprueba la validez de los principios químicos mediante la aplicación del método científico a través de experimentos generalmente planeados y organizados para un grupo de estudiantes que participan activamente o como observadores en la elaboración de los mismos. En el laboratorio de Química se estudian los compuestos, mezclas de sustancias o elementos utilizando ensayos químicos, y ayuda a analizar las teorías que se han postulado a lo largo del desarrollo de esta ciencia y a realizar nuevos descubrimientos.

LIPOLÍTICO: relativo a la lipólisis. La lipólisis o lipólisis es el proceso metabólico mediante el cual los lípidos del organismo son transformados para producir ácidos grasos y glicerol para cubrir las necesidades energéticas. La lipólisis es el conjunto de reacciones bioquímicas inversas a la lipogénesis.

LUX: el lux (símbolo: lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Medidas para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m². Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

$$\text{Definición 1 } 1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2 = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr/m}^2$$

MATRIZ DE COMPATIBILIDAD⁴: Estudio en el cual se determina la compatibilidad de diferentes sustancias químicas y establece las medidas de manejo para garantizar una gestión idónea de riesgos en procesos de almacenamiento, el informe resultante define las estrategias que la organización debe seguir para evitar materialización de riesgos asociados.

MONÓMERO: (del griego mono, 'uno', y meros, 'parte'). Es una molécula de pequeña masa molecular que está unida a otros monómeros, que pueden ser cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes,

³ CASTRO, D. A. (2014). LABORATORIO DE QUIMICA - REGLAS E INSTRUMENTACIÓN. [En línea], [junio 18 de 2015] disponible en: (<http://en.calameo.com/read/00247748390068b18b4cb>).

⁴ MSDS. Op. Cit.

formando macromoléculas llamadas polímeros. Un ejemplo de monómero natural es la glucosa. Con frecuencia el término monómero se refiere a las moléculas orgánicas que forman polímeros sintéticos, por ejemplo, el cloruro de vinilo, que se utiliza para producir el PVC.

PICTOGRAMA: composición gráfica que contiene un símbolo, así como otros elementos gráficos, tales como un borde, un motivo o un color de fondo, y que sirve para comunicar informaciones específicas.

POLÍMERO: (del griego *poly*: «muchos» y *mero*: «parte», «segmento») son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. Son ejemplos de polímeros naturales: el almidón, la celulosa, la seda y el ADN, entre los polímeros sintéticos se encuentran el nailon y el polietileno.

PRODUCTO QUÍMICO⁵: De acuerdo al Convenio de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo (núm.170, 1990) la expresión productos químicos designa los elementos y compuestos químicos, y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticos, tales como los obtenidos a través de los procesos de producción.

RESIDUO O DESECHO: es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

RESIDUO O DESECHO PELIGROSO⁶: es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

RIESGO: probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana y/o al ambiente.

RIESGO QUÍMICO⁷: Es la probabilidad de que ocurra un incidente o accidente de origen químico donde esté involucrada al menos una sustancia química, y que genere daños a la población, a sus bienes y al medio ambiente.

⁵ Ibid

⁶ COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Op. Cit.

⁷ MSDS. Op. Cit.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de apoyar a los establecimientos educativos con herramientas y referentes que promuevan el mejoramiento de la calidad educativa, el Ministerio de Educación Nacional propone el presente *Manual de normas de seguridad* para el uso del laboratorio de Química y de Física como un conjunto de orientaciones técnicas mínimas imprescindibles para garantizar la vida, la integridad física y la salud de la comunidad educativa en general, las cuales se deben articular a las prácticas pedagógicas que involucren actividades experimentales en dichas disciplinas tendientes al desarrollo de competencias científicas.

El laboratorio de Química y de Física no necesariamente es un sitio peligroso, aunque pueden presentarse una serie de riesgos de diversa índole, relacionados con la infraestructura, los productos químicos que se almacenan, la ejecución de procedimientos y técnicas, y el uso de implementos en actividades experimentales. Estos riesgos son susceptibles de ser prevenidos y minimizados observando las orientaciones, adoptando las medidas de precaución y las buenas prácticas de laboratorio, que a través de este manual se ofrecen a los establecimientos educativos, de manera tal, que el laboratorio de química y de física sean escenarios educativos seguros y fiables, que posibiliten aprendizajes a partir de la observación, experimentación, comprobación, descubrimiento, indagación, en otras palabras del *saber hacer* propio de las ciencias.

En concordancia con esto, el presente documento aborda aspectos relacionados con las buenas prácticas de laboratorio, las características físicas adecuadas del espacio, las normas para el almacenamiento de sustancias y reactivos químicos, la gestión del riesgo y la normatividad vigente en la manipulación de sustancias y productos químicos, el manejo y disposición final de residuos peligrosos en el laboratorio.

1. OBJETIVOS

- ✓ Presentar información que permita identificar, prevenir, minimizar o mitigar los riesgos para las y los estudiantes, docentes, directivos docentes y comunidad educativa en general, relacionados con el uso y la experimentación en el laboratorio.
- ✓ Proporcionar información relacionada con las normas de trabajo en el laboratorio, asociadas a las buenas prácticas que deben ser aplicadas.
- ✓ Proveer recomendaciones relacionadas con la infraestructura, equipos e implementos para el laboratorio de Química y de Física.
- ✓ Orientar sobre el uso de sustancias y reactivos químicos, su adecuado almacenamiento, así como la identificación de sustancias químicas peligrosas y su información de etiquetado.
- ✓ Suministrar información relacionada con la gestión del riesgo en el laboratorio de Química y de Física.
- ✓ Informar sobre la normatividad vigente para el manejo integral de residuos peligrosos en el laboratorio de Química y de Física.
- ✓ Ofrecer orientaciones a los establecimientos educativos, de modo que estos puedan adoptar su propio manual interno de seguridad, que determine las normas requeridas para el uso adecuado y confiable de los laboratorios de Química y Física.

2. EL MANUAL DE CONVIVENCIA & EL MANUAL DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO

De acuerdo con lo dispuesto en los artículos 73 y 87 de la Ley 115 de 1994, en Colombia todos los establecimientos educativos deben contar, como parte integrante del Proyecto Educativo Institucional (PEI), con un reglamento o manual de convivencia que debe contemplar la definición de los derechos y deberes de las y los estudiantes, y su relación con los demás estamentos de la comunidad educativa. Se recomienda que, de manera integral, se incluyan aspectos relacionados con el uso de los laboratorios de Química y de Física, tomando como referente las categorías que se presentan a continuación:

- ✓ Normas de higiene y seguridad personal, como de responsabilidad dentro del laboratorio.
- ✓ Criterios de respeto, valoración y compromiso frente a la utilización y conservación de los bienes personales, institucionales y de uso colectivo, tales como equipos, instalaciones e implementos.
- ✓ Pautas de comportamiento con relación al cuidado del laboratorio de Química o Física, así como su equipamiento e implementos.
- ✓ Normas de comportamiento para estudiantes y profesores, que garanticen el mutuo respeto.
- ✓ Procedimientos para resolver, con oportunidad y justicia, los conflictos individuales o colectivos presentados en las prácticas de laboratorio.
- ✓ Medidas de protección y seguridad personal para el ingreso y participación en las prácticas de laboratorio de Química o Física.
- ✓ Definición de sanciones disciplinarias aplicables a los estudiantes, incluyendo los conductos regulares, el debido proceso y el derecho a la defensa.
- ✓ Diseño e implementación de las estrategias de comunicación y divulgación al interior del establecimiento educativo, para difundir a la comunidad educativa las normas relacionadas con las buenas prácticas del laboratorio de Química y de Física.

- ✓ Otros aspectos que se consideren pertinentes y relevantes de acuerdo con los criterios contemplados en el manual de convivencia de cada establecimiento educativo y las condiciones particulares del laboratorio de Química y de Física con que cuentan.

3. IMPORTANCIA Y OBJETIVOS DEL USO DE LABORATORIO DE QUÍMICA Y LABORATORIO DE FÍSICA

En este manual, se reconoce como aspecto fundamental que el aprendizaje de las ciencias esté estrechamente relacionado con la formulación de inquietudes y búsqueda de solución a problemas, permitiendo al estudiante acercarse paulatinamente al conocimiento y a la actividad científica, a partir de la indagación, la experimentación y el planteamiento de hipótesis, alcanzando comprensiones cada vez más complejas, a través de lo que se denomina un “hacer”. En este sentido la actividad experimental o práctica de laboratorio, en vinculación con los ejes articuladores de los estándares básicos de competencias en ciencias⁸ (*manejo conocimientos propios de la ciencia, me aproximo al conocimiento como científico natural y desarrollo compromisos personales y sociales*), brinda a las y los estudiantes la posibilidad de:

- ✓ Comprender cómo se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica.
- ✓ Comprender la manera como trabajan los científicos y llegan a acuerdos.
- ✓ Analizar que es posible acceder a la ciencia y, además, que la ciencia no es infalible y depende de diversos factores o intereses (sociales, políticos, económicos y culturales).
- ✓ Favorecer y promover el aprendizaje de las ciencias, pues le permite al estudiante cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad.
- ✓ Orientar al estudiante a poner en juego sus conocimientos previos y los verificar mediante la experimentación.
- ✓ Favorecer la construcción de aprendizajes de naturaleza conceptual, procedimental y actitudinal.

⁸ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales. Bogotá, 2006. Pp. 96 – 141. [En línea], [14 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)

4. NORMAS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO

4.1 BUENAS PRÁCTICAS GENERALES

A continuación encontramos normas generales para docentes y, particularmente para estudiantes, que garantizan la seguridad durante el trabajo en el laboratorio⁹:

En la indumentaria, menos es más

- ✓ Utilizar una bata (preferentemente de algodón) de mangas largas y el largo hasta la rodilla, siempre bien abrochada, para protección de la ropa y la piel.
- ✓ Evitar el uso de accesorios colgantes (aretes, pulseras, collares).
- ✓ Guardar las prendas de abrigo y los objetos personales.
- ✓ No llevar bufandas, pañuelos largos, ni prendas u objetos que dificulten la movilidad.
- ✓ Por seguridad, recoger el cabello si este es largo.

Normas higiénicas

- ✓ No se debe comer, ni beber, ya que los alimentos o bebidas pueden contaminarse.
- ✓ Por razones legales, higiénicas y principalmente por seguridad, está prohibido fumar en el laboratorio.
- ✓ Evitar maquillarse cuando se está en el laboratorio.

⁹ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Guía para el manejo del Laboratorio de Química y Física. En: Guía para el uso de la canasta educativa Educación Media Rural. Bogotá, 2011. P. 12 – 13.

- ✓ Lavado cuidadoso de brazos, manos y uñas, con agua y jabón, después de cualquier manipulación de laboratorio y antes de retirarse del mismo. Si hay alguna herida, se recomienda cubrirla.

Trabajo con orden y limpieza

- ✓ Es imprescindible mantener el orden y la limpieza, para evitar accidentes.
- ✓ Sobre el mesón del laboratorio sólo deben ubicarse los libros y cuadernos estrictamente necesarios.
- ✓ Se deben limpiar inmediatamente las superficies que presenten derrames de productos químicos.
- ✓ Se deben limpiar perfectamente el material y aparatos después de su uso en cada práctica.

Actuar responsablemente¹⁰

- ✓ La norma esencial en el laboratorio es el cuidado de sí mismo y la auto responsabilidad.
- ✓ Mantener informado al profesor de cualquier hecho que ocurra.
- ✓ Aclarar con el profesor cualquier tipo de duda.
- ✓ Mantenerse en silencio y estar concentrados en el trabajo que están realizando.
- ✓ Trabajar sin prisa, pensando cada momento en lo que se está haciendo.
- ✓ Evitar las bromas en el laboratorio.
- ✓ Correr, jugar, empujar puede causar accidentes.
- ✓ En el laboratorio no se deben realizar trabajos diferentes a los autorizados por el docente responsable.

¹⁰ UNIVERSIDAD DE GRANADA. Facultad de Ciencias. Laboratorio en Química 4.0. Proyecto de Innovación Docente. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.ugr.es/~laboratoriodequimica/5_seguridad.htm#trabajar)

- ✓ Utilizar el equipo de protección personal en forma correcta. Es obligatorio el uso de gafas de seguridad siempre que la práctica lo requiera, o el docente así lo disponga. No se deben usar lentes de contacto durante las prácticas en el laboratorio porque en caso de salpicadura en el ojo la lesión se puede agravar. En caso de ser necesario utilizar gafas de seguridad graduadas¹¹.
- ✓ Evitar entrar al almacén de productos químicos sin autorización.
- ✓ Permanecer de pie en el laboratorio, al estar sentado se corre riesgo por derramamiento de sustancias.

Atención a lo desconocido

- ✓ Antes de comenzar una práctica se debe conocer y entender los procesos que vas a realizar.
- ✓ Abstenerse de utilizar o limpiar frascos de reactivos que hayan perdido su etiqueta.
- ✓ Sin autorización del docente encargado, no se debe sustituir una sustancia química por otra en un experimento.
- ✓ Evitar el uso de equipo sin haber recibido entrenamiento previo y sin supervisión durante su uso.

4.2 BUENAS PRÁCTICAS ESPECÍFICAS

Las siguientes son normas específicas requeridas que permiten un trabajo seguro en el laboratorio de química¹²:

Manipulación del vidrio

- ✓ Es indispensable el uso de pinzas o tenazas para evitar quemaduras por implementos de vidrio caliente.
- ✓ Nunca se debe usar equipo de vidrio que esté agrietado o roto.

¹¹ PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Manual de Higiene, Seguridad y Protección del Medio Ambiente del Laboratorio de Química. Cali, Enero de 2011. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (<http://portales.puj.edu.co/doc-quimica/Manual%20de%20Seguridad%20en%20el%20Laboratorio/Manual%20HSM%20Qu%C3%ADmica%20PUJ.pdf>).

¹² UNIVERSIDAD DE GRANADA. Op. Cit.

- ✓ El material de vidrio roto se debe depositar en un contenedor para vidrio, nunca en la papelería.

Manipulación de productos químicos

- ✓ Evitar inhalar los vapores de productos químicos.
- ✓ Nunca devolver a los frascos de origen los sobrantes de los productos utilizados sin consultar con el profesor.
- ✓ Tanto aparatos como reactivos, deben estar lejos del borde de la mesa.
- ✓ Mantener las sustancias inflamables lejos de las llamas de los mecheros
- ✓ Si se requiere calentar tubos con estos productos, se hará al baño María, nunca directamente a la llama.
- ✓ Para prevenir salpicaduras, nunca se debe mirar por la boca de los tubos de ensayo o matraces cuando se está realizando una reacción.
- ✓ Cuando se mezclan productos, generalmente debe hacerse en pequeñas cantidades y despacio.
- ✓ Al diluir ácidos, hay que depositar siempre el ácido sobre el agua teniendo cuidado.
- ✓ Utilizar la campana durante las prácticas donde se desprendan gases venenosos.
- ✓ Como regla general, no se debe coger ningún producto químico. El profesor lo proporcionará.
- ✓ Nunca se debe acercar la nariz para inhalar directamente del tubo de ensayo. Si en alguna ocasión hay que oler una sustancia, la forma correcta de olerla es dirigir un poco del vapor hacia la nariz, ayudándose con la mano.
- ✓ Está estrictamente prohibido pipetear reactivos con la boca. Se debe usar un dispositivo especial para pipetear líquidos.
- ✓ Utilizar únicamente la cantidad de producto que se necesita para la experiencia de laboratorio.

Utilización de los mecheros de gas

- ✓ Si se usa un mechero Bunsen, u otra fuente intensa de calor, deben alejarse los recipientes con reactivos químicos del mechero.
- ✓ Nunca calentar líquidos inflamables con un mechero.
- ✓ Cerrar la llave del mechero y la de paso de gas cuando no se estén usando.
- ✓ Si se percibe olor a gas, abstenerse de: accionar interruptores, prender aparatos eléctricos, encender cerillas o encender mecheros. Se debe abrir puertas y ventanas, y cerrar la llave general del laboratorio.

Transporte de reactivos

- ✓ Evitar el transporte innecesario de reactivos de un sitio a otro del laboratorio.
- ✓ Los recipientes de los reactivos se deben coger por el fondo (base), nunca de la tapa, no pegarlos al cuerpo durante su manipulación o transporte.

Calentamiento de líquidos

- ✓ Nunca calentar un recipiente totalmente cerrado.
- ✓ Dirigir siempre la boca del recipiente en dirección contraria a las personas cercanas.

Vitrinas y estantes

- ✓ Deben mantenerse limpios y no sobrecargados.
- ✓ También deben indicar el nombre de las sustancias que allí se encuentran.

Balanzas

Las balanzas requieren mantenimiento periódico. En el caso de la balanza mecánica debe ser así:

Frecuencia Diaria

1. Verificar el nivel.

2. Verificar la graduación de cero.
3. Verificar el ajuste de sensibilidad.
4. Limpiar el platillo de pesaje.

Frecuencia Anual

1. Calibrar la balanza y documentar el proceso.
2. Desensamblar y limpiar los componentes internos. Se debe seguir el proceso definido por el fabricante, o contratarse una firma especializada para el efecto.

Otras normas

- ✓ El laboratorio de Química debe disponer de *guardianes* o recipientes para el depósito de residuos orgánicos e inorgánicos, los cuales deben estar debidamente etiquetados.
- ✓ Todos los reactivos, materiales preparados y soluciones deben contar con su respectiva etiqueta, que contenga información relevante como: contenido, fecha de preparación, responsable, etc.

Evitando el riesgo eléctrico

- ✓ Para evitar descargas eléctricas accidentales, seguir exactamente las instrucciones de funcionamiento y manipulación de los equipos.
- ✓ Nunca enchufar un equipo sin toma de tierra o con los cables o conexiones en mal estado.
- ✓ Al manipular en el interior de un aparato, comprobar siempre que se encuentra desconectado de la fuente de alimentación.

Seguridad eléctrica en el laboratorio de Física¹³

- ✓ Considerar siempre que los cables conductores llevan corriente eléctrica.
- ✓ Siempre que se cree o manipule un circuito eléctrico se debe tener la posibilidad de interrumpir la corriente.

¹³ UNIVERSIDAD DE ALCALÁ. Seguridad Eléctrica en los Laboratorios en Laboratorios. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_PREVENCION/PG_REPOSITORIO/PG_DOCUMENTOS/PG_DOC_MONOGRAFIAS/M-2.pdf)

- ✓ Al manipular aparatos eléctricos, se debe estar siempre calzado y seco (incluso sin sudor) y no mojar los aparatos eléctricos.
- ✓ Cualquier experimento con electricidad debe ser guiado por el docente responsable.
- ✓ Periódicamente, deben revisarse los cables y enchufes.
- ✓ Si al manipular un aparato eléctrico se percibe paso de corriente, se debe concluir su uso y dar aviso al docente responsable.
- ✓ El monte o desmonte de un circuito se debe hacer sin paso de corriente.
- ✓ Evitar manipular el interior de un aparato si se le está suministrando corriente.
- ✓ Ante la ocurrencia de un cortocircuito, recurrir inmediatamente al docente encargado del laboratorio.
- ✓ Apagar la luz y aparatos eléctricos al finalizar la práctica de laboratorio.

4.3. NORMAS PARA EL PERSONAL DOCENTE

El (la) docente responsable de las prácticas de laboratorio deberá cumplir, por lo menos, las siguientes normas¹⁴:

- ✓ Supervisar el adecuado funcionamiento del laboratorio.
- ✓ Coordinar las actividades que se desarrollan al interior del laboratorio.
- ✓ Vigilar la administración y buen manejo de equipos, recursos, sustancias, productos químicos, residuos y espacios físicos del mismo.
- ✓ Promover y verificar el cumplimiento de normas de seguridad por parte de las y los estudiantes.
- ✓ Asegurar y verificar el uso de implementos de protección personal por parte de las y los estudiantes.

¹⁴ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Reglamento genérico para laboratorios de la Sede Bogotá. Sede Bogotá. Laboratorio de Química de Suelos. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: http://www.agronomia.unal.edu.co/home/files/Reglamento_Quimica_Suelos.pdf

- ✓ Velar por el trabajo seguro dentro del laboratorio y supervisar las prácticas que se llevan a cabo en el laboratorio, donde se encuentren mínimo dos personas.
- ✓ Velar por el cumplimiento de normas relacionadas con el uso de equipos, así como el manejo de materiales, uso de instrumental y/o reactivos, así como también de las medidas de seguridad, por parte de las y los estudiantes que desarrollan experiencias de laboratorio.
- ✓ Verificar el estado de las conexiones y cableado eléctrico obsoleto que puedan causar cortos eléctricos o incendios.
- ✓ Evitar la presencia de gases tóxicos en espacios cerrados o sin ventilación, en donde se encuentren estudiantes o cualquier otro personal realizando actividades.
- ✓ Las instalaciones del recinto dedicado para el laboratorio, deben permitir el flujo continuo de aire en una dirección.
- ✓ Limitar el acceso al laboratorio de química a personal ajeno a éste.
- ✓ Dar información a los estudiantes sobre el manejo y comportamiento seguro en torno a las sustancias químicas
- ✓ Aplicar y verificar el cumplimiento de las normas relacionadas con el manejo integral de residuos del laboratorio (químicos, ordinarios, tóxicos).
- ✓ Fomentar la implementación de prácticas para el uso eficiente de agua y energía.
- ✓ Mantener a la mano las hojas de seguridad de los productos químicos y residuos químicos utilizados en cada práctica de laboratorio.
- ✓ Cerciorarse que los envases de las sustancias químicas se encuentran en buen estado y con la etiqueta o rótulo correspondiente (nombre del producto, pictogramas de peligrosidad).
- ✓ Observar las incompatibilidades de cada sustancia química.
- ✓ Al término de cada experiencia de laboratorio se deben apagar las luces, revisar que las llaves de agua estén cerradas, también las ventanas y puertas.

- ✓ Contar con un equipo- kit para la atención de derrames y sustancias químicas.

4.4. NORMAS PARA EL DOCENTE RESPONSABLE DEL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

- ✓ Cerciorarse de que las sustancias químicas estén debidamente etiquetadas.
- ✓ Es relevante advertir sobre la necesidad de guardar soluciones de bases o ácidos en frascos de plásticos o de vidrio respectivamente y no almacenarlos en balones de boca esmerilada. Estos recipientes deben rotularse adecuadamente informando sobre su contenido, fecha de preparación y persona responsable.
- ✓ Si no presenta etiqueta, elaborar la etiqueta que permita identificar la muestra.
- ✓ Verificar que las sustancias y productos químicos se almacenen teniendo en cuenta la compatibilidad, al evitar la caducidad de las sustancias químicas almacenadas.
- ✓ Revisar que el sitio de almacenamiento se mantenga en buenas condiciones de orden y aseo.
- ✓ Llevar un control e inventario de las sustancias que entren, usen o caduquen en el laboratorio.
- ✓ Usar un sitio exclusivo de almacenamiento para los productos químicos.
- ✓ Verificar los requerimientos que el sitio de almacenamiento de sustancias químicas debe tener: sistemas de drenaje, ventilación, iluminación, señalización, estructura y sistemas de seguridad (contra incendios y para la salud).
- ✓ No aceptar donaciones de sustancias químicas que no sean requeridas dentro de los procedimientos desarrollados por el laboratorio debido a que estos se convertirán en un residuo químico potencial.
- ✓ Tener presente la ubicación de las hojas de seguridad y revisarla cuidadosamente.

- ✓ Tener presente la ubicación de los equipos, dispositivos y salidas de emergencia.
- ✓ Recibir formación y actualizarse con una frecuencia no mayor a un año, en temas relacionados con los procesos de recepción, clasificación, trasvase y almacenamiento de sustancias químicas.
- ✓ Manipular los elementos con el equipo de protección personal.
- ✓ Identificar de acuerdo a la naturaleza del solvente y según la tabla de compatibilidad el lugar de almacenamiento seguro en el laboratorio para las sustancias químicas.
- ✓ Evitar sobrecargar las estanterías.
- ✓ Almacenar las sustancias químicas en espacios y alturas seguras, en armarios o en estanterías estables (ancladas a la pared) a una altura superior sobre el nivel de los ojos. No deben almacenarse sustancias químicas a nivel del piso.
- ✓ Verificar que los espacios de almacenamiento de las sustancias presenten condiciones seguras, como: ventilación adecuada, alejadas de áreas calientes y de la luz del sol, conexiones y fuentes eléctricas.
- ✓ Los reactivos que requieran refrigeración deben estar muy bien cerrados y en refrigeradores seguros, libre de alimentos.
- ✓ Para grandes cantidades de líquidos inflamables, almacenar en el exterior del laboratorio, en un espacio seguro.

5. RECOMENDACIONES PARA INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS

5.1 INFRAESTRUCTURA

5.1.1 Condiciones físicas generales del laboratorio

Las siguientes son algunas recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, OMS¹⁵, que están en concordancia con la norma NTC 4595¹⁶ de Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares relacionadas con las características y condiciones físicas óptimas del laboratorio:

- ✓ Se dispondrá de espacio suficiente para realizar el trabajo de laboratorio en condiciones de seguridad y para la limpieza y el mantenimiento.
- ✓ Las paredes, los techos y los suelos serán lisos para disminuir la posibilidad de acumulación de desechos o gérmenes, fáciles de limpiar, impermeables a los líquidos y resistentes a los productos químicos, a elementos corrosivos o tóxicos y desinfectantes normalmente utilizados en el laboratorio. El recubrimiento de paredes y techo deberá impermeable a los agentes químicos y resistente al desgaste, igualmente deberá tener buenas propiedades térmicas y poca conductividad. Los suelos deberán ser antideslizantes.
- ✓ Las superficies y mesas de trabajo serán impermeables y resistentes a desinfectantes, ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y calor moderado. Deberán ser de material lavable y resistente a la corrosión y al impacto y deberán tener la suficiente resistencia mecánica y estar libres de estanterías.
- ✓ El mobiliario debe ser robusto y debe quedar espacio entre mesas, armarios y otros muebles, así como debajo de los mismos, a fin de facilitar la limpieza.

¹⁵ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Tercera Edición. Ginebra, 2005. p. 13 – 15.
 [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en:
 (http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/CDS_CSR_LYO_2004_11SP.pdf)

¹⁶ COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANA Y CERTIFICACIÓN. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4595. [En línea], [19 de agosto de 2015] disponible en: (http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf)

- ✓ Se debe evitar sobrecargar el laboratorio con objetos, muebles y equipos que dificulten la movilidad durante la neutralización, recogida y limpieza de posibles vertidos accidentales o la evacuación de los usuarios.
- ✓ Habrá espacio suficiente para guardar los artículos de uso inmediato, evitando así su acumulación desordenada sobre las mesas de trabajo y en los pasillos. También debe preverse espacio para el almacenamiento a largo plazo, convenientemente situado fuera de las zonas de trabajo.
- ✓ Los sistemas de seguridad deben contener medios de protección contra incendios y emergencias eléctricas.
- ✓ Los sistemas de seguridad deben constar de duchas para casos de urgencia y medios para el lavado de los ojos.
- ✓ Se debe disponer de un botiquín de primeros auxilios para la atención inicial en caso de emergencia.
- ✓ Es esencial un suministro fiable y adecuado de gas. La instalación debe ser objeto de revisiones periódicas y un debido mantenimiento.
- ✓ En cada sala del laboratorio se dispondrá de lavamanos, de ser posible con agua corriente y potable, instalados de preferencia cerca de la salida.
- ✓ Se recomienda revisar periódicamente el estado de los desagües ya que suelen estar sometidos a agresiones de especial intensidad.
- ✓ Se debe disponer de dos accesos funcionales preferiblemente alejados entre sí; hay que evitar inutilizar las puertas con armarios o equipos, o mantenerlas con llave durante su uso. En todo caso la llave debe ser inmediatamente accesible tanto desde el interior, como desde el exterior.
- ✓ Cuando se disponga de horno microondas debe ubicarse una señal complementaria con texto de advertencia para personas con marcapasos.
- ✓ Las condiciones geográficas y climáticas, como las fallas tectónicas o el calor, frío y humedad extremos, también pueden influir en el diseño del laboratorio y, por tanto, en los requisitos de la puesta en servicio.
- ✓ En caso de construcción de nuevos espacios a ser destinados como laboratorios de química, física o biología, se recomienda consultar al detalle la norma NTC 4595 sobre *Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares*, norma en la que los laboratorios son categorizados como *ambientes C*, es decir, lugares donde se desarrolla el trabajo individual y en pequeños grupos “cara a cara” (2 a 6 personas) con empleo

intensivo de equipos e instalaciones, con altas especificaciones de seguridad, gran demanda de servicios de aseo y áreas importantes para el almacenamiento prolongado y la exhibición de proyectos pedagógicos y materiales especializados.

5.1.2 Ventilación

Una adecuada ventilación del laboratorio permite su acondicionamiento ambiental en lo que respecta a temperatura, humedad, dilución y evacuación de contaminantes. Es deseable contar con un sistema mecánico de ventilación que introduzca aire del exterior sin recirculación, de no ser posible, las ventanas deben poder abrirse. Para la renovación constante del aire es fundamental considerar una superficie de ventanas mayor al 20% del área del piso del salón.

Entre los riesgos asociados a la ventilación del laboratorio tenemos: la contaminación ambiental residual y los olores, las elevadas concentraciones ambientales debido a manipulación de productos muy volátiles, fugas de gases, derrames y vertidos.

La prevención adecuada frente a estos riesgos son: ventilación eficaz del laboratorio, circulación del aire del lugar menos contaminado al más contaminado, extracción localizada mediante vitrinas de laboratorio y ventilación de emergencia¹⁷.

5.1.3 Iluminación

La iluminación del laboratorio de química y de física debe ser adecuada para todas las actividades, evitándose los reflejos y brillos molestos. Se considera que un nivel de 500 lux basado en luminarias generales con iluminación de apoyo, es suficiente para gran parte de las actividades¹⁸.

¹⁷ ESPAÑA. MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES ESPAÑA E INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. NTP 433: Prevención de Riesgos en el Laboratorio. Instalaciones, material de laboratorio y equipo. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_433.pdf)

¹⁸ Ibid.

Se recomienda considerar la instalación de aleros en las ventanas, con las dimensiones adecuadas, para disminuir la entrada de rayos solares al interior del laboratorio.

5.1.4 Instalación eléctrica

El laboratorio de química y física debe contar con un suministro de electricidad seguro y con suficiente capacidad, para lo cual las instalaciones eléctricas deben cumplir lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050¹⁹ que se basa en el *National Electric Code* (NEC) para salvaguardar la vida de las personas y los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

Así mismo se debe tener en cuenta lo establecido por el Ministerio de Minas y Energía, en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctrica, RETIE²⁰, con el objetivo de establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, la vida animal y vegetal y preservación del ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

Para prevenir los riesgos relacionados con las instalaciones eléctricas, en el laboratorio de química y física se requiere efectuar el mantenimiento adecuado y realizar inspecciones y comprobaciones periódicas. Los circuitos eléctricos del laboratorio que lo requieran deben disponer de interruptores de circuito e interruptores por fallo de la toma de tierra. Los interruptores de circuito no protegen a las personas: están concebidos para proteger los cables de las sobrecargas eléctricas y con ello evitar los incendios. Los interruptores por fallo de la toma de tierra tienen por objeto proteger a las personas contra los choques eléctricos²¹. Los tomacorrientes deben ir marcados con el voltaje que suministran: 110 o 220 voltios.

¹⁹ COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANA Y CERTIFICACIÓN. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2050. Código Eléctrico Colombiano. 1998. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://ingenieria.bligoo.com.co/media/users/19/962117/files/219177/NTC_2050.pdf#847)

²⁰ COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución No. 90708 de 2013. Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//22726-Resolucion_9_0708_de_agosto_30_de_2013_expedicion_RETIE_2013.pdf)

²¹ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. Op. Cit., p. 122.

Cuidados con las instalaciones y los equipos eléctricos

El cumplimiento de las siguientes recomendaciones garantiza que las instalaciones y equipos eléctricos se conserven en condiciones adecuadas²²:

- ✓ Mantener los equipos eléctricos lejos de las piletas y otras superficies húmedas o mojadas, verificar si los cables de los equipos están pelados o dañados.
- ✓ Solicitar que los equipos sean instalados cerca de los enchufes. No se debe permitir que los cables eléctricos sean ensamblados ni se utilicen alargues sin consultar al personal especializado en electricidad.
- ✓ Utilizar un enchufe para cada equipo. Esto, porque el uso simultáneo de varios equipos, en un mismo enchufe, pueden provocar recalentamiento (sobre carga) y, consecuentemente serios accidentes. Si el laboratorio no posee enchufes suficientes para todos los equipos, se debe solicitar la instalación de otros. No es conveniente utilizar adaptadores del tipo “triple” para conectar varios equipos a un único enchufe.

5.1.5 Señalización de seguridad en el laboratorio

La señalización de seguridad en los laboratorios de química está regida por las siguientes normas²³:

- ✓ Norma Técnica Colombiana NTC 1461 HIGIENE Y SEGURIDAD, que *tiene por objeto establecer los colores y señales de seguridad utilizados para la prevención de accidentes y riesgos contra la salud y situaciones de emergencia.*
- ✓ NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1931 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. Esta norma específica las señales de seguridad para uso en el campo de la protección y lucha contra incendios. Su campo de aplicación cubre, en lo posible, todas las situaciones en que es necesario o deseable

²² UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA CARTAGENA. Laboratorios. Guía de seguridad y bioseguridad. p. 49 – 50 (PDF). [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.usbcartagena.edu.co/phocadownload/facultades/salud/GUIA_SEGURIDAD_Y_BIOSEGURIDAD.pdf)

²³ INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO. Centro de Laboratorios. Manual de seguridad y bioseguridad para los laboratorios de química del ITM. Medellín, 2012. P. 33-39. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://centrolabs.itm.edu.co/Documentos/Manuales/3_Manual%20de%20Seguridad%20y%20Bioseguridad%20para%20los%20Laboratorios%20de%20Qu%C3%ADmica%20del%20ITM).

indicar públicamente la ubicación y/o la naturaleza de los medios para advertir, escapar, combatir y evitar la propagación del fuego.

- ✓ ISO 3864-1 Parte 1 PRINCIPIOS DE DISEÑO DE SEÑALES DE SEGURIDAD EN LUGARES DE TRABAJO Y ÁREAS PÚBLICAS
- ✓ ISO 16069 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN DE RUTAS DE EVACUACIÓN.

La señalización es el conjunto de medios que se utiliza para mostrar o resaltar una indicación, una obligación, una prohibición, entre otras. Señalizar implica indicar en forma clara y sin lugar a dudas, acciones, lugares y normas. La Señalización es una de las condiciones más importantes de cualquier plan de emergencias y seguridad.

Las señales de seguridad están diseñadas con base en los colores de seguridad y contraste y las formas geométricas y significados, determinados en las Normas Técnicas Colombianas mencionadas anteriormente.

Se debe señalar todo elemento o situación que pueda constituir un riesgo para la salud o la seguridad, y en especial²⁴:

- ✓ Salidas de emergencia.
- ✓ Equipos de lucha contra incendios.
- ✓ Lugares de almacenamiento de sustancias y productos peligrosos.
- ✓ Recipientes y tuberías que contengan estos productos.
- ✓ Lugares peligrosos, obstáculos y vías de circulación.
- ✓ Riesgos específicos, como riesgo eléctrico, riesgo químicos, etc.

Antes de señalar se debe especificar: las zonas, qué tipo de señal es la recomendada, ubicación, número y descripción de la señal, (ver Tabla 1).

²⁴ Ibid. p. 35 (PDF).

Tabla 1. Colores de la señalización de seguridad.

Color de seguridad	Significado u objeto	Ejemplos de uso
Rojo	Pare Prohibición Este color también se usa para prevención del fuego, equipo contra incendios y su ubicación	Señales de pare Paradas de emergencia Señales de prohibición
Azul	Acción de mando	Obligación a vestir equipo de protección personal
Amarillo	Precaución, riesgo de peligro	Indicaciones de peligro (fuego, explosión, radiación, intoxicación, etc.) prevención de escalones hacia arriba o hacia abajo, obstáculos
Verde	Condiciones de seguridad	Salidas de emergencias, estaciones de primeros auxilios y rescate

Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Higiene y Seguridad. Colores y Señales de Seguridad. (NTC 1461). Primera actualización Bogotá.

5.1.5.1 Tipos de señalización

- ✓ **Señales de prevención de riesgos.** Todas las áreas en el laboratorio de Química que representen algún tipo de peligro potencial estarán debidamente señalizadas de forma clara y comprensible, esta es una medida preventiva promovida por el rector del establecimiento educativo, que todos los docentes, estudiantes y personal en general deberán respetar estrictamente y cumplir las normas correspondientes en cada una de estas áreas, por ser de obligatorio cumplimiento.
- ✓ **Señales de advertencia o precaución.** Advierten sobre peligros a los que se exponen las personas en un espacio particular, se utilizan para prevenir accidentes. Forma triangular.

Se representan con Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros. Como excepción, el fondo de la señal sobre “materias nocivas o irritantes” será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera. (Figura 1).

Figura 1: Señales de advertencia o precaución que deben exigirse



Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Higiene y Seguridad. Colores y Señales de Seguridad. Primera actualización Bogotá. (NTC 1461).

- ✓ **Señales reglamentarias o de prohibición.** Tienen como objetivo regular el comportamiento de las personas que se encuentran ocupando un espacio particular, también advierten sobre acciones no deseadas que pueden provocar accidentes o incomodar a otros.

Con forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal).

Figura 2: Señales universales de prohibición exigibles



Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Higiene y Seguridad. Colores y Señales de Seguridad. Primera actualización Bogotá. (NTC 1461).

- ✓ **Señales de emergencia o evacuación.** Estas señales guían los recorridos de las personas que se encuentran en una situación de emergencia, que exigen la evacuación de una infraestructura en particular, se utilizan para

prevenir accidentes y controlar el flujo de las personas hacia las salidas. También existen algunas señales dentro de esta categoría que indican la presencia de algunos servicios necesarios en estas situaciones como la ubicación de las duchas de seguridad, lava ojos y Botiquín. Tienen Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), (ver Figura 3).

Figura 3: Señales de emergencia exigibles



Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Higiene y Seguridad. Colores y Señales de Seguridad. Primera actualización Bogotá. (NTC 1461).

- ✓ **Señales relacionadas con equipos contra incendios.** Su fin es indicar la ubicación de los dispositivos contra incendios, mangueras, etc.

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal)²⁵. (Ver Figura 4).

Figura 4: Señales sobre incendios exigibles



Fuente: Pérez Soriano Javier. Prevenciondocente.com.
<http://www.prevenciondocente.com/senales.pdf>.

²⁵ PÉREZ SORIANO, Javier. Prevenciondocente.com [sede Web]. Señales de advertencia, obligación, salvamento y socorro, prohibición y de incendios. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (<http://www.prevenciondocente.com/senales.htm>)

5.1.6 Mantenimiento del laboratorio

Las superficies del laboratorio pueden descontaminarse con una solución de hipoclorito sódico (NaOCl); una solución que contenga 1 g/l de cloro libre puede ser apropiada para la limpieza general. Para la descontaminación de espacios y superficies, pueden emplearse fórmulas que contengan un 3% de peróxido de hidrógeno (H₂O₂)²⁶.

5.2 IMPLEMENTOS DE VIDRIO

El uso de material de vidrio requiere la observación de recomendaciones específicas tales como²⁷:

- ✓ Antes de calentar el vidrio se comprobará la existencia de grietas o estrellas, debiéndose desechar todo material que presente defectos o que haya sufrido un fuerte golpe, aunque no se observen fracturas.
- ✓ El vidrio tiene el mismo aspecto cuando está frío que cuando está muy caliente. Antes de tocar los recipientes o conectores que hayan estado sometidos a calor se comprobará cuidadosamente su temperatura.
- ✓ No forzar directamente con las manos los cierres, llaves y esmerilados que se hayan obturado. La apertura de cierres esmerilados obturados así como la de ampollas cerradas se realizará llevando protección facial, guantes gruesos, en vitrina, y sobre una bandeja o recipiente compatible con el contenido del frasco o ampolla.
- ✓ Las varillas de gran longitud deben transportarse en posición vertical.
- ✓ Al introducir una varilla de vidrio en el agujero de un tapón se protegerán las manos con guantes apropiados o un trapo y se lubricará el tapón con agua. La introducción nunca se forzaría.
- ✓ Los recipientes de vidrio no se calentarán a la llama directamente sin una rejilla.

²⁶ Organización Mundial de la Salud, OMS, Op. Cit., p. 96 – 97.

²⁷ CEU UNIVERSIDAD SAN PABLO Y ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. Normas básicas de seguridad en los laboratorios. Unidad de Prevención en Laboratorios. p. 8. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.uspceu.com/_docs/facultades-escuelas/medicina/alumnos/InfU_normas-basicas-seguridad-laboratorios.pdf)

6. SUSTANCIAS Y REACTIVOS QUÍMICOS

Los fabricantes y/o proveedores de sustancias químicas facilitan hojas informativas con datos sobre la seguridad de los materiales y otras informaciones sobre los peligros químicos. Esas hojas deben estar disponibles en los laboratorios donde se utilizan esas sustancias, por ejemplo como parte de un manual de seguridad o de operaciones²⁸.

6.1 VÍAS DE EXPOSICIÓN

La exposición a sustancias químicas peligrosas puede darse por las siguientes vías: inhalación, contacto, ingestión, absorción y heridas en la piel.

6.2 ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Las sustancias químicas que se utilizan en el laboratorio se deben ser almacenadas en el **Cuarto de Reactivos**; un espacio aislado del salón de prácticas, de los equipos y de los desechos químicos. Los productos químicos deben ubicarse en estanterías, separados de acuerdo con el criterio de compatibilidad química. **Las sustancias químicas nunca deben almacenarse por orden alfabético**, ya que podrían dejarse en un mismo sitio sustancias que al contacto reaccionen de manera peligrosa. Cada producto químico debe estar debidamente etiquetado o conservar la etiqueta del proveedor, la cual indica las propiedades, las instrucciones de emergencia, los riesgos potenciales, así como los pictogramas de seguridad. Las Hojas de Datos de Seguridad deben encontrarse agrupadas al frente de cada grupo de reactivos, organizados de acuerdo a su tipo²⁹.

En el laboratorio solo deben conservarse las cantidades de sustancias químicas que sean necesarias para el uso diario. Estas deben guardarse en locales o edificios destinados especialmente a este fin.

²⁸ Ibid., p. 117.

²⁹ PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Op. Cit. p. 35.

6.2.1 Normas generales de seguridad para el almacenamiento de sustancias químicas

Las siguientes son algunas de las normas generales de gran importancia para el almacenamiento de sustancias químicas; su cumplimiento garantiza seguridad y previene la ocurrencia de emergencias relacionadas³⁰:

- ✓ Los productos químicos deben almacenarse teniendo en cuenta su compatibilidad química. La compatibilidad se determina de acuerdo con el sistema de clasificación propuesto por la ONU, y mencionado anteriormente. La matriz de compatibilidades químicas permite determinar las restricciones para un almacenamiento seguro. Si una sustancia tiene más de un riesgo, esta debe almacenarse según la característica de riesgo más elevado. En el Cuadro 1 se presenta un ejemplo sobre este particular:

Cuadro 1: Matriz de compatibilidad de sustancias peligrosas.

Basada en la clase de riesgo que poseen los residuos o desechos peligrosos														
Clase de Riesgo ONU	1	2.1	2.2	2.3	3.	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6	7	8	9
1. Explosivo	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2.1. Gas inflamable	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2.2. Gas Comprimido no inflamable, no venenoso	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2.3. Gas venenoso por la inhalación	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
3. Líquidos inflamables y líquidos combustibles	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4.1 Sólido inflamable	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4.2 Sustancia espontáneamente combustible	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4.3 Sustancia peligrosa cuando esta mojado	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
5.1 Oxidante	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
5.2 Peróxido Orgánico	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
6 Sustancias Tóxicas	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
7 Sustancias Radiactivas	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
8 Sustancias Corrosivas	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
9 Sustancias Peligrosas Varias	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	Pueden almacenarse juntos													
	Precaución. Revisar incompatibilidades individuales													
	Pueden requerirse almacenes separados. Son incompatibles.													

Fuente: NTC 1692. Tomado de Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD. [En línea], [18 de Junio de 2015] disponible en: (http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358011/ContLinea/leccion_24_component_es_tcnic_o_operativos_para_la_gestin_integral_respel.html)

Por ejemplo, según la matriz anterior, el peróxido de benzoilo (peróxido orgánico) es incompatible con aerosoles (que contiene gas inflamable) y por lo tanto se deben almacenar por separado.

³⁰ Ibid., p. 36 – 37.

- ✓ Las sustancias oxidantes debe ser almacenadas separadas de las materias inflamables y/o combustibles y de ácidos minerales.
- ✓ Las sustancias corrosivas deben estas separadas de las sustancias inflamables.
- ✓ Los recipientes vacíos deben almacenarse separados de los llenos, con la señalización correspondiente.
- ✓ Mantener el stock al mínimo operativo, contribuyendo a la seguridad y la reducción de costos. La reducción al mínimo de existencias indica la conveniencia de realizar varios pedidos o solicitar al proveedor el suministro de un pedido mayor por etapas.
- ✓ Eliminar las sustancias químicas que no se usen o no se necesiten.
- ✓ Llevar registro actualizado de productos almacenados. Se debe indicar la fecha de recepción o preparación.
- ✓ No realizar trasvases de líquidos inflamables en el interior de los almacenes, sino en la zona preparada y señalizada para tal tipo de trasvases del laboratorio.
- ✓ Los envases de mayor capacidad o peso y los que contienen sustancias más agresivas (como, p. ej., ácidos concentrados) deberán estar más cerca del piso.
- ✓ Los envases grandes deben quedar en la parte de atrás y los pequeños adelante.
- ✓ No almacenar las sustancias químicas, reactivos o soluciones directamente sobre el piso.
- ✓ Los reactivos y los desperdicios se deben almacenar en un recipiente de material apropiado –vidrio, plástico, metal-, compatible con la sustancia a almacenar.
- ✓ Realizar un inventario de los productos químicos para controlar el stock de reactivos y su envejecimiento.
- ✓ Verificar periódicamente que los recipientes no presentan señales de deterioro y que la etiqueta se encuentra en buen estado. No almacenar ningún reactivo que no posea etiqueta de seguridad.
- ✓ Debe mantenerse el orden y la limpieza dentro del cuarto de reactivos.

6.3 NORMAS GENERALES EN RELACIÓN CON LAS INCOMPATIBILIDADES QUÍMICAS

Para evitar incendios y/o explosiones, las sustancias que aparecen en la columna izquierda de la Tabla 2 deben almacenarse y manipularse de modo que no puedan entrar en contacto con las sustancias correspondientes de la columna derecha de la misma tabla.

Tabla 2. Normas generales en relación con las incompatibilidades químicas

CATEGORÍA DE SUSTANCIAS	SUSTANCIAS INCOMPATIBLES
Metales alcalinos, como el sodio, potasio, cesio y litio	Dióxido de carbono, hidrocarburos clorados, agua
Halógenos	Amoniaco, acetileno, hidrocarburos
Ácidos acético, sulfhídrico y sulfúrico, anilina, hidrocarburos	Agentes oxidantes, como los ácidos crómico y nítrico, los peróxidos o los permanganatos

Fuente: Organización Mundial de la Salud, OMS. . Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Tercera Edición. Ginebra, 2005. p. 118.

6.4 EFECTOS TÓXICOS DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

Según la OMS³¹ algunas sustancias químicas son perjudiciales para la salud de quienes las manipulan o inhalan sus vapores. Hay sustancias que tienen diversos efectos tóxicos. Las vías respiratorias, la sangre, los pulmones, el hígado, los riñones y el aparato digestivo, así como otros órganos y tejidos, pueden sufrir efectos adversos o padecer lesiones graves. Se sabe que ciertas sustancias químicas son cancerígenas o teratógenas.

La inhalación de los vapores de ciertos disolventes, tales como las cetonas, esteres y alcoholes, entre otros, puede tener efectos tóxicos. Además de los efectos más graves antes señalados, la exposición puede provocar trastornos que, aunque no tengan efectos inmediatamente apreciables en la salud, en ocasiones producen síntomas como falta de coordinación, embotamiento y otros análogos, que pueden aumentar la propensión a los accidentes.






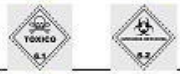



³¹ Ibid., p. 118.

La exposición prolongada o repetida a la fase líquida de muchos disolventes orgánicos puede provocar lesiones cutáneas. Ello puede deberse al efecto lipolítico de los disolventes, pero también pueden presentarse efectos corrosivos y alérgicos.

6.5 SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS

Se muestra a continuación la Tabla 3 relacionada con la clasificación general de sustancias químicas peligrosas, con su designación, su descripción general y el pictograma respectivo:

Tabla 3: Clasificación de sustancias químicas peligrosas

CLASE	DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN GENERAL	PICTOGRAMA
1	MATERIALES EXPLOSIVOS	Sustancias sólidas o líquidas, o mezclas de sustancias, que de manera espontánea o por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura y velocidad tales que pueden desprender gases	
2	GASES	Esta clase incluye gases comprimidos. Gases licuados refrigerados, mezcla de gases de uno o más gases con uno o más vapores de sustancias de otras clases.	
3	LÍQUIDOS INFLAMABLES	Líquidos y mezclas que tengan un punto de ignición inferior a 0°C y un punto de ebullición inferior o igual a 35°C, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables en contacto con el aire.	
4	SÓLIDOS INFLAMABLES	Los sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de ignición y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente,	
5	MATERIALES COMBURENTES Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS	Sustancias que, sin ser necesariamente combustibles, pueden liberar oxígeno y en consecuencia estimular la combustión y aumentar la velocidad de un incendio en otro material	
6	MATERIALES TÓXICOS E INFECCIOSOS	Productos que en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos Extremadamente graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.	
7	MATERIALES RADIACTIVOS	Son materiales que emiten partículas radiactivas de diferentes formas como rayos alfa, beta y gama.	
8	MATERIALES CORROSIVOS	Son sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos pueden ejercer una acción destructiva de los mismos. Estos productos suelen ser ácidos o álcalis cuyo contacto con la piel, aunque sea poco tiempo, provoca quemaduras químicas.	
9	MATERIALES PELIGROSOS VARIOS	Comprende sustancias y objetos que durante el transporte presentan un riesgo diferente a las otras clases	

Fuente: GRE (2008). Tomado de Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD. [En línea], [18 de junio de 2015] disponible en: (http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358011/ContLinea/leccion_24_componentes_tcnico_operativos_para_la_gestin_integral_respel.html)

A continuación se relacionan algunas de las sustancias químicas, que por considerarse altamente tóxicas y peligrosas, no se deben emplear en contextos pedagógicos como los laboratorios de química de la educación básica secundaria y media³²:

Algunos ejemplos de materiales tóxicos

Halógenos: todos los halógenos son agentes oxidantes tóxicos, especialmente el flúor. Este es muy reactivo para ser utilizado en laboratorios académicos. El cloro también es un agente oxidante fuerte, se puede trabajar con éste sólo en caso de haber recibido todas las instrucciones necesarias. El bromo es un líquido volátil y corrosivo que causa serias quemaduras al contacto con la piel, es lacrimógeno y debe utilizarse sólo en el extractor.

Mercurio: el mercurio derramado se evapora, llenando el aire con vapores tóxicos. Los vapores de mercurio son un veneno acumulativo. Si se derrama mercurio, rodará al golpearse con una superficie dura, usualmente rompiéndose en gotas, algunas de ellas demasiado pequeñas para ser vistas.

Los derrames de mercurio deben ser limpiados inmediata y completamente, usando un bulbo aspirador o un aparato especial de vacío. No se debe utilizar un limpiador de vacío normal, el vapor de mercurio pasa a través de la bolsa de papel o tela. Los vapores de mercurio redispersados o aerosol de mercurio podrían esparcirse más lejos.

Bases Fuertes: estas sustancias son corrosivas y pueden causar quemaduras químicas severas y destructivas, incluyendo la ceguera. Las bases fuertes son penetrantes, aún una disolución concentrada de una base fuerte puede no causar dolor hasta que el daño corrosivo sea severo. Aunque se clasifiquen correctamente como diluidas, las disoluciones saturadas de bases fuerte como el hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, también son extremadamente corrosivas.

Formaldehído: el formaldehído es un gas incoloro, soluble en agua, de olor penetrante e irritante. Este se encuentra disponible típicamente como “formalina”, una disolución acuosa de formaldehído a una concentración variante desde 37 a 56 % y que con frecuencia también contiene alrededor de un 15% de metanol. El formaldehído también se vende como un polímero llamado “paraformaldehído”. Este se descompone en el monómero por calentamiento. La inhalación de vapores de formaldehído, de formalina o de paraformaldehído puede provocar irritaciones severas, principalmente al tracto respiratorio superior y producir edema.

³² SOCIEDAD AMERICANA DE QUÍMICA. Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos. Prevención de accidentes para estudiantes universitarios. Volumen 1. 2003. p. 35 – 39. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (<https://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publication/s/seguridad-en-los-laboratorios-quu00edemicos-acadu00e9mico.pdf>)

No se debe respirar vapores de formaldehído; se sospecha que es un carcinógeno y un irritante severo para los ojos, causando efectos que no pueden detenerse al lavar los ojos. La sensibilidad de la piel puede resultar de la exposición repetida de la solución líquida. Para evitar alergias en la piel por el contacto repetido al formaldehído, se debe utilizar guantes de neopreno, de hule de butilo o de cloruro de polivinilo.

Cianuros y nitrilos: los cianuros y nitrilos actúan rápidamente como sustancias tóxicas. La sobreexposición puede ser fatal. Los síntomas de la toxicidad aparecen si el material se ha ingerido, inhalado o absorbido a través de la piel. Unas pocas inhalaciones de HCN, pueden causar deterioro mental; unas pocas más pueden causar la muerte. Algunos cianuros metálicos pueden hidrolizarse en disoluciones acuosas y formar HCN, todos se convierten en HCN en medio ácido.

Peróxidos orgánicos y precursores de peróxidos

Los peróxidos orgánicos son una clase especial de compuestos que presentan problemas con su inusual estabilidad. Estos peróxidos son las sustancias químicas más peligrosas usadas normalmente en los laboratorios de química y en la manufactura. Como un grupo funcional, los peróxidos orgánicos tienen bajo poder explosivo. Ellos son peligrosos debido su extrema sensibilidad a explosión mediante golpes, calor u otra forma de iniciación accidental. Muchos de los peróxidos utilizados en los laboratorios son tan sensibles a los golpes que explotan primero que el trinitrotolueno (TNT). Los peróxidos tienen una vida media específica, o una velocidad de descomposición, bajo una serie de condiciones dadas. Una velocidad baja de descomposición puede auto acelerarse y causar una explosión violenta, especialmente en cantidades grandes de la sustancia. Son sensibles al calor, la fricción, los impactos, la luz, los oxidantes fuertes y a los agentes reductores. No se debe abrir un recipiente en el cual el contenido puede estar contaminado con peróxidos, ya que el contenido puede explotar. Todos los peróxidos orgánicos son inflamables, aquellos incendios que involucran grandes cantidades de peróxidos deben ser tratados con extrema precaución.

Un peróxido presente como un contaminante en un disolvente puede cambiar el rumbo de la reacción planeada.

Los siguientes compuestos forman peróxidos:

- ✓ Aldehídos
- ✓ Éteres, especialmente los cíclicos, y éteres derivados de alcoholes primarios y secundarios. Es de especial importancia ponerle una etiqueta a los contenedores de éter etílico e isopropílico con la fecha en que fueron recibidos, y anotar que el contenido sea destruido dentro de los tres meses

siguientes después de recibirlos. Nunca debe destilar un éter a menos que se sepa que está libre de peróxidos, y mucho menos destilarlo a sequedad.

- ✓ Compuestos que contengan hidrógenos bencílicos. Estos compuestos son especialmente sensibles a la formación de peróxidos, si los hidrógenos se encuentran en un átomo de carbono terciario (por ejemplo: el cumeno).
- ✓ Compuestos que contengan estructura alílica, ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2-$) incluyendo la mayoría de alquenos.
- ✓ Cetonas, especialmente cetonas cíclicas.
- ✓ Compuestos vinílicos y vinilidénicos (por ejemplo: acetato vinílico, cloruros de vinilos).

Ejemplos de compuestos que forman concentraciones peligrosas de peróxidos: Ciclohexeno, Cicloocteno, Decalina, p-Dioxano, Eter etílico, Eter isopropílico, Tetrahidrofurano (THF), Tetrahidronaftaleno (Tetralina).

6.6 ETIQUETA O ROTULACIONES

Casi todas las etiquetas que tienen los recipientes de las sustancias químicas que se utilizan deben contener al menos la siguiente información³³: (Ver Figura 5)

- ✓ El nombre de la sustancia química en el contenedor.
- ✓ Una de las tres señales: Peligro, Advertencia o Precaución, para indicar el grado relativo de severidad de las sustancias químicas peligrosas.
- ✓ Los principales peligros predecibles que la sustancia química presenta cuando es utilizada en el lugar de trabajo.
- ✓ Las medidas de precaución que protegerán a los usuarios de los efectos dañinos.
- ✓ Instrucciones de primeros auxilios si éstas pueden prevenir lesiones serias futuras antes de que una asistencia médica profesional pueda ser administrada.
- ✓ De ser aplicable, instrucciones en caso de incendio.

³³ Ibid., p. 16.

- ✓ Métodos para manipular un derrame si es apropiado.
- ✓ Instrucciones acerca de si la sustancia química requiere procedimientos poco comunes para su manejo y su almacenamiento.
- ✓ Nombre, dirección y número telefónico de la casa manufacturera o distribuidora.

Figura 5: Ejemplo de etiqueta de recipientes de sustancias químicas



Fuente: VÁQUEZ, Jesús. Aprendizaje para el trabajo. [En línea], [18 de junio de 2015] disponible en: <http://es.slideshare.net/jesusvazquezalv/almacen-de-materiales-peligrosos>

6.7 HOJAS O FICHAS DE SEGURIDAD

Las Hojas o también llamadas Fichas de Datos de Seguridad es un completo documento que proporciona información detallada de las propiedades de las sustancias químicas, las precauciones para su manipulación, las medidas inmediatas de emergencia y el riesgo potencial tanto para el ser humano como para el lugar o ecosistema. El empleo de las Hojas de Datos de Seguridad es obligatorio y se encuentra respaldado por la Ley 55 de 1993 sobre la seguridad en el empleo de material químico³⁴.

³⁴ PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Op. Cit., p. 33.

En la publicación sobre seguridad en los laboratorios químicos de la Sociedad Americana de Química³⁵ se menciona que la administración de salud y seguridad ocupacional de los Estados Unidos (OSHA) ha definido una sustancia química peligrosa como cualquier químico que represente un peligro bajo uso normal o en una emergencia (casi todas las sustancias químicas han sido catalogadas como peligrosas por la OSHA). La Hoja de Seguridad, MSDS, por sus siglas en inglés, (*Material safety data sheet*) contienen datos de vital importancia para el transporte y para el personal general del laboratorio, ya que representa un banco de información sobre el peligro del producto, identificando las medidas de prevención y control; por tanto, su disponibilidad debe ser actual y permanente.

La OSHA exige que los empleadores suministren y tengan disponibles las Hojas de Seguridad de sustancias químicas peligrosas en las instalaciones para cualquier trabajador que las solicite. En el contexto educativo, en los laboratorios de las instituciones educativas se debe contar las Hojas de Seguridad de las sustancias químicas que allí se encuentran; una Hoja de Seguridad puede ser educativa, a pesar de que algunas son difíciles de entender.

La Hoja de Seguridad debe incluir:

- ✓ El nombre de la sustancia química peligrosa (si es una mezcla, los nombres de los componentes peligrosos presentes a 1% o niveles mayores-0.1% si el componente es cancerígeno).
- ✓ Algunas de las propiedades físicas y químicas de la sustancia química (presión de vapor, punto de ebullición, densidad). Los peligros físicos de la sustancia química (si puede incendiarse o explotar).
- ✓ Los peligros a la salud de la sustancia química (si es corrosivo, irritante, dañino para los riñones y cómo puede entrar al cuerpo (rutas de entrada como por ejemplo: inhalación o ingestión).
- ✓ El límite de exposición permitido, es decir, la concentración de una sustancia química en el aire expresada en unidades de ppm o mg/m³.
- ✓ El límite de techo, en otras palabras, la concentración en partes por millón (ppm) o miligramos por metro cúbico (mg/m³) que no deben ser excedidos en un período específico de tiempo, generalmente 15 minutos.
- ✓ Si la sustancia química puede causar cáncer como lo determinan ciertas autoridades (Programa Nacional de Toxicología).
- ✓ Las precauciones a tomar cuando se esté utilizando la sustancia química.

³⁵ SOCIEDAD AMERICANA DE QUÍMICA, Op. Cit., p. 12 – 13.

- ✓ Las medidas de control, prácticas laborales y equipo protector personal que se deben utilizar.
- ✓ Procedimientos de emergencia y de primeros auxilios
- ✓ Fecha de fabricación o la fecha de revisión.
- ✓ El nombre y dirección de la casa que manufactura la sustancia química.

Las Hojas de Seguridad y las etiquetas o rotulaciones utilizan palabras o frases como “evite el contacto”, “use con ventilación adecuada” y otras precauciones cuyo significado no siempre es obvio de forma inmediata. En el siguiente cuadro se presenta información que facilita la comprensión de los avisos de advertencia que se hallan tanto en las hojas de seguridad como en las etiquetas de las sustancias químicas:

Cuadro 2. Frases comunes utilizadas en la Hoja de Seguridad y Etiquetas de las sustancias químicas

FRASE O TÉRMICO	DESCRIPCIÓN	PRECAUCIONES
Carcinógeno	Se sospecha o se conoce que provoca cáncer.	Tenga mucho cuidado cuando use o manipule, y hágalo solo un lugar del laboratorio designado. No inhale los vapores y evite cualquier contacto con la piel, los ojos y la ropa utilizando equipo protector adecuado.
Combustible	Despide vapores que se pueden incendiar bajo condiciones normales de trabajo.	Mantenga el contenedor cerrado. Debido a que los vapores son invisibles y pueden viajar varios metros, mantenga estos líquidos y sólidos alejados del calor, chispas, llamas y otras fuentes de ignición.
Corrosivo	El contacto puede destruir tejido vivo al igual que equipo.	Utilice lentes de seguridad. No respire los vapores y evite el contacto con la piel, los ojos y la ropa. Use otro equipo de protección, como una máscara protectora.

FRASE O TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	PRECAUCIONES
Explosivo	Se sabe que explota bajo ciertas condiciones.	Use con cuidado. Evite impactarlo (golpearlo o botarlo), fricción, llamas y calor.
Extremadamente inflamable	Despide vapores que se encienden muy rápidamente bajo condiciones normales de trabajo.	Mantenga los contenedores cerrados cuando no estén siendo utilizados. Debido a que los vapores son invisibles y pueden viajar varios metros, mantenga estos líquidos y sólidos alejados del calor, chispas, llamas y otras fuentes de ignición.
Mutagénico	Causa daños a los cromosomas.	Maneje con mucho cuidado cuando utilice o manipule esta sustancia, además, solo hágalo en un área designada del laboratorio. No respire los vapores y evite el contacto con la piel, los ojos y la ropa, utilice equipo protector adecuado y los aparatos necesarios.
Oxidante	Oxida cualquier sustancia oxidable, o sea cualquier sustancia que se puede quemar, como un agente reductor y puede provocar que se incendie.	Evite el contacto con la ropa o los agentes reductores. Mantenga el contenedor (recipiente) cerrado cuando no lo esté utilizando.
Formador de peróxidos	Forma peróxidos o hidroperóxidos cuando se encuentra en reposo, o cuando se encuentra en contacto con el aire.	Muchos peróxidos son explosivos. No abra un contenedor de formador de peróxido sin el permiso y conocimiento de su docente. Al abrir el contenedor puede causar que el contenido del mismo explote.
Pirofórico	Puede incendiarse espontáneamente por el contacto con el aire.	Sólo lo exponga al aire si se han tomado las medidas preventivas.
Teratógeno	Produce defectos de nacimiento y muerte	Evite todo contacto con esta sustancia. Sea extremadamente

FRASE O TÉRMICO	DESCRIPCIÓN	PRECAUCIONES
	fetal, puede afectar el desarrollo del feto.	cuidadoso cuando utilice y manipule y hágalo solo en un área designada del laboratorio. No respire los vapores y evite todo contacto con la piel, ojos y ropa, utilizando el equipo protector adecuado y los aparatos necesarios. Evite todo contacto con el cuerpo. No respire los vapores, polvo o partículas.

Fuente: SOCIEDAD AMERICANA DE QUÍMICA. Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos. Prevención de accidentes para estudiantes universitarios. Volumen 1. ISBN 0-8412-7412-6. 2003. P. 16 – 20.

7. GESTIÓN DEL RIESGO EN EL LABORATORIO

7.1 NORMAS ESPECÍFICAS ASOCIADAS A RIESGO QUÍMICO

En el laboratorio de química están claramente identificados los riesgos químicos por el uso y manipulación de reactivos y sustancias químicas, por lo cual se requiere el estricto cumplimiento de normas como³⁶:

- ✓ Las sustancias deben ser colocadas en su lugar de almacenamiento tan pronto como se terminen de usar; se debe evitar al máximo que los frascos permanezcan en los mesones o que obstruyan la libre circulación del personal.
- ✓ Los ácidos deben separarse de las bases, según la tabla de incompatibilidad del Sistema Globalmente Armonizado, SGA.
- ✓ Los vapores y el calor producidos por ácidos son peligrosos, por tal motivo, se recomienda trabajar con estas sustancias en las cabinas de extracción y evitar el contacto con la piel y los ojos.
- ✓ Debe mantenerse un inventario de los reactivos del laboratorio en el que este indicada la fecha de compra, la fecha de inicio de utilización, y el periodo de vida media del reactivo.
- ✓ En el almacenamiento de los reactivos, deben tenerse en cuenta que no deben colocarse juntos (FREMAP, Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades, 2003):
 - i. Oxidantes con: derivados halogenados, compuestos halogenados, metales.
 - ii. Ácidos con: oxidantes, bases fuertes, metales.
 - iii. Metales activos con: agua, ácidos, derivados halogenados.
- ✓ Identificar el tipo de peligro de la sustancia en la etiqueta (según lo establecido en el SGA) o en la ficha u hoja de seguridad.
- ✓ En caso de utilizar mecheros o cualquier tipo de fuente de calor hacerlo lejos de los recipientes de reactivos químicos.

³⁶ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Manual de Seguridad para Laboratorios. p. 9 – 13. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.laboratorios.bogota.unal.edu.co/userfiles/files/MANUAL%20DE%20SEGURIDAD%20LABORATORIOS%2031-10-2012_final%281%29.pdf)

- ✓ Los productos químicos deben conservarse en distintos materiales en función con sus características (Universidad Santiago de Cali, 2008):
 - i. Sustancias que atacan al vidrio: recipientes de materiales sintéticos o metálicos.
 - ii. Sustancias que se descomponen a la luz: recipientes de vidrio opaco o vidrio oscuro.
 - iii. Metales alcalinos: con capa protectora de solvente elevado al punto de ebullición.

7.2 EQUIPO DE EMERGENCIA

En el laboratorio se dispondrá del siguiente equipo de emergencia³⁷:

1. Botiquín de primeros auxilios.
2. Extintores de incendios, mantas para apagar fuegos.
3. Camillas.
4. Mascarillas respiratorias que cubran toda la cara, provistas de filtros para partículas y sustancias química.
5. Herramientas, como martillos, hachas, llaves de tuercas, destornilladores, escaleras de mano, cuerdas.
6. Estación lava ojos y ducha de emergencia.
7. Campana de extracción, que permita la extracción de gases que son nocivas o potencialmente peligrosas.
8. Un Kit de derrames³⁸, el cual es un maletín que contiene los elementos necesarios (pala, cordones, paños absorbentes, bolsas rojas, guantes de nitrilo solvex, protección respiratoria media máscara, monogafas y cinta de demarcación, arena, etc) para contener un derrame mínimo o menor de algún material peligroso.

³⁷ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. Op. Cit. p. 88.

³⁸ UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. (2011). PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE DERRAMES. [En línea], [junio 18 de 2015] disponible en: (http://fisicalabsinvestigacion.uniandes.edu.co/archivos/man_salud_ocup/ANEXOS_GISSA_2013/MANEJO%20DE%20DERRAMES%20Ver%20Impresi%C3%B3n.pdf)

7.2.1 Primeros Auxilios

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud³⁹ los primeros auxilios consisten en la aplicación experta de principios aceptados de tratamiento médico en el momento y el lugar en que se produce un accidente. Es el método aprobado para tratar a la víctima de un accidente hasta que se la pueda poner en manos de un médico para el tratamiento definitivo de la lesión.

El equipo mínimo de primeros auxilios consta de un botiquín, ropa protectora y equipo de seguridad para la persona que presta los primeros auxilios, y equipo para la irrigación ocular.

El botiquín de primeros auxilios

Según la mencionada Organización⁴⁰, el maletín propiamente dicho debe estar hecho de un material que mantenga el contenido sin polvo ni humedad. Debe guardarse en un lugar muy visible y ser fácilmente reconocible. Por convenio internacional, el botiquín de primeros auxilios se identifica mediante una cruz blanca sobre fondo verde y debe contener lo siguiente:

1. Hoja de instrucciones con orientaciones generales.
2. Apósitos estériles adhesivos, empaquetados individualmente y de distintos tamaños
3. Parches oculares estériles con cintas.
4. Vendas triangulares.
5. Compresas estériles para heridas.
6. Imperdibles.
7. Una selección de apósitos estériles no medicados.
8. Un manual de primeros auxilios, por ejemplo publicado por la Cruz Roja Internacional.

El equipo de protección de la persona que presta los primeros auxilios incluye lo siguiente:

1. Una gasa para la boca para realizar la respiración boca a boca.

³⁹ Organización Mundial de la Salud, OMS. Op. Cit. p. 88.

⁴⁰ Ibid., p. 151.

2. Guantes y otras protecciones de barrera contra la exposición a la sangre.
3. Un estuche de limpieza para los derrames de sangre.

También debe disponerse de material para la irrigación ocular; el personal estará debidamente entrenado en su utilización.

Extintores de incendios

El equipo contra incendios debe colocarse cerca de las puertas y puntos estratégicos de los pasillos. Este equipo debe comprender mangueras, cubos (de agua o arena) y un extintor. Los extintores deben ser inspeccionados y mantenidos periódicamente y debe respetarse su vida útil.

En la Tabla 4 y Cuadro 3 se indican los tipos y usos particulares de los extintores de incendios.

Tabla 4. Tipos y usos de extintores de incendios

TIPO	USO	NO USAR PARA:
Agua	Papel, madera, tejidos	Incendios eléctricos, líquidos inflamables, metales incendiados
Gases extintores de CO ₂	Líquidos y gases inflamables, incendios eléctricos	Metales alcalinos, papel
Polvo seco	Líquidos y gases inflamables, metales alcalinos, incendios eléctricos	Equipo e instrumentos reutilizables, pues los residuos son muy difíciles de eliminar
Espuma	Líquidos inflamables	Incendios eléctricos

Fuente: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Tercera Edición. Ginebra, 2005. P. 122

Cuadro 3. Tipos de incendios y extintores

Tipos de Extintores						
Como elegir el extintor adecuado						
		Agua	Espuma	Polvo ABC	Dióxido de Carbono	Halon
Tipos de fuegos	A Madera Papel Cartón Pasto Tela Trapos	SI Muy Eficiente	SI Muy Eficiente	SI Muy Eficiente	PE Poco Eficiente	SI Muy Eficiente
	SÓLIDOS					
	B Nafta Aceite Pinturas Kerosén Hidrocarburos y otros líquidos inflamables	NO No debe usarse	SI Muy Eficiente	SI Muy Eficiente	SI Muy Eficiente	SI Muy Eficiente
LÍQUIDOS INFLAMABLES						
C Motores Tableros eléctricos Transformadores y otros equipos eléctricos	NO No debe usarse	NO No debe usarse	E Eficiente	SI Muy Eficiente	SI Muy Eficiente	
ENERGÍA ELÉCTRICA						

Fuente: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Manual de higiene, seguridad y protección del Medio Ambiente del Laboratorio de Química. Cali, Enero de 2011. P. 66. Tomado de: <http://extintoresmym.com/sections/index/592>

7.2.2 ¿A quién acudir? Directorio de Emergencia

En las instalaciones del laboratorio de química y física se expondrán en lugar muy visible las direcciones y los números de teléfono siguientes:

1. Establecimiento educativo.
2. Director del establecimiento educativo, Coordinador (es) y docente (s) responsable (s) del laboratorio.
3. Funcionario médico (enfermera) del establecimiento educativo, si es el caso.
4. Servicio de bomberos.
5. Hospital/servicio de ambulancias/personal médico (nombre de los distintos servicios, departamentos o personal médico, si es posible).

6. Policía.
7. Entidades de servicios de agua, gas y electricidad.

7.3 PLAN DE EMERGENCIA

En el Plan de Emergencia de los establecimientos educativos se deberán incluir las estrategias específicas para atender una emergencia en el laboratorio, particularmente las acciones a seguir en caso de que sea necesaria una evacuación. Hay que asegurarse que se conoce la ruta principal y la alterna al igual que todos los procedimientos para reunirse en algún lugar fuera del edificio y poder contabilizar cada persona que estaba en el laboratorio⁴¹.

En caso de una emergencia, siempre que sea posible, se deben seguir los procedimientos que han sido establecidos. El primer paso, y el más importante, para proceder en caso de una emergencia es:

Antes de ayudar a otra persona, se debe evaluar el peligro potencial que se presenta para sí mismo. Si usted trata de ayudar a otra persona y se lesiona, no es de mucha ayuda para los demás.

Es recomendable que el plan de emergencia incluya:

- ✓ La organización y coordinación de un equipo de atención inmediata y equipo de primeros auxilios.
- ✓ Actuaciones a seguir en cada tipo de emergencia (incendio, explosiones, terremoto).
- ✓ Identificación y ubicación de los elementos de emergencia existentes (mangueras, extintores, mantas).
- ✓ Calendario de simulacros.

⁴¹ SOCIEDAD AMERICANA DE QUÍMICA. Op. Cit., p. 35.

7.4 ACCIDENTES

7.4.1 Personales (Salpicaduras, quemaduras, cortes, ingestión, inhalación)

Los siguientes son los accidentes personales que pueden ocurrir durante el trabajo de laboratorio⁴²:

Salpicaduras

En caso de que una sustancia entre en contacto con alguna parte del cuerpo proceder así:

- ✓ Consultar la ficha de seguridad de la sustancia para conocer el correcto procedimiento de primeros auxilios y algún efecto posterior.
- ✓ Proceder a remover rápidamente las prendas y accesorios contaminados, para evitar que el producto entre en contacto con la piel. Proceder de inmediato según las condiciones establecidas por la ficha MSDS, por sus iniciales en inglés, *Material Safety Data Sheet* (Hojas de Datos de Seguridad de Materiales).
- ✓ Si la superficie afectada son los ojos, usar inmediatamente la fuente de lavajos por lo menos 30 minutos, en ningún caso se intentará su neutralización. Utilizar el pulgar e índice para mantener los párpados fuera del ojo, mover los ojos continuamente hacia distintas direcciones para que el agua fluya atrás de los párpados y atrás del ojo. Lo mejor es utilizar una fuente de lavajos, pero si no se dispone de una, las personas lesionadas deben ser colocadas sobre sus espaldas y hacerle fluir agua suavemente a través de las esquinas de sus ojos. Pasado el incidente es importante la revisión de un oftalmólogo⁴³.
- ✓ Trasladar el paciente al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial (Evite el método boca a boca para este tipo de intoxicación). Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantenga la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente, la víctima debe estar bajo observación médica mínimo 24 horas.
- ✓ Lavar la boca con agua y la zona afectada con abundante agua, mínimo durante 15 min, si la irritación persiste repita el lavado, busque atención médica inmediatamente.

⁴² CEU UNIVERSIDAD SAN PABLO y ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR, Op. Cit.

⁴³ SOCIEDAD AMERICANA DE QUÍMICA. Op. cit., p. 37.

Quemaduras

- ✓ Para pequeños derrames químicos que solamente afectan una pequeña área de la piel, inmediatamente se debe lavar con flujo de agua al menos por 15 minutos. Si no hay daño visible, lavar toda el área con agua tibia y con jabón.
- ✓ Si son producidas por ácidos o sustancias fuertemente oxidantes, se lavarán con agua abundante. Si son producidas por fuego o por superficies calientes, el tratamiento dependerá de la profundidad y extensión de la zona afectada: en casos leves se podrá aplicar agua fría abundante; en casos más severos se buscará inmediatamente atención médica y no se deben aplicar cremas, lociones o pomadas.
- ✓ Tener presente que materiales o sustancias a muy bajas temperaturas también, pueden producir quemaduras.

Cortes

- ✓ Se lavarán con abundante agua fría para intentar cortar la hemorragia. Si son cortes pequeños, se tapanán con venda o apósito al efecto y se acudirá al servicio médico. Si son de consideración, se intentará aplicar un torniquete, y se buscará atención médica lo antes posible.
- ✓ Es conveniente recopilar información sobre el material con el que se ha producido el corte, para ponerlo en conocimiento del profesional médico.

Ingestión

Se consultará lo antes posible la ficha de seguridad, disponible en todos los laboratorios, del producto ingerido o se contactará con el servicio de información toxicológica. Por lo general, *no se provocará el vómito*, salvo indicación expresa. Se acudirá al servicio médico con una etiqueta del producto.

Inhalación

En caso de intoxicación por inhalación, se colocará al afectado en un lugar ventilado y se procederá como en el apartado anterior.

7.4.2 Globales (incendios, explosiones).

7.4.2.1 Incendios. Es fundamental contar con la ayuda de los servicios locales de prevención de incendios para la capacitación del personal encargado del laboratorio en lo que se refiere a la prevención, las medidas inmediatas y el uso del equipo contra incendios.

En cada sala y en los pasillos deben figurar de forma destacada advertencias sobre incendios, instrucciones e indicaciones de las vías de salida.

Las causas más comunes de incendios en los laboratorios son las siguientes⁴⁴:

1. Sobrecarga de los circuitos eléctricos.
2. Deficiente mantenimiento de la instalación eléctrica, como cables mal aislados o con el aislante en mal estado.
3. Tuberías de gas y cables eléctricos demasiado largos.
4. Equipo que se deja conectado sin necesidad
5. Equipo que no está diseñado para el laboratorio.
6. Llamas desnudas.
7. Tuberías de gas deterioradas
8. Manipulación y almacenamiento indebidos de material inflamable o explosivo.
9. Separación indebida de sustancias químicas incompatibles.
10. Aparatos que producen chispas en las proximidades de sustancias y vapores inflamables.
11. Ventilación insuficiente.

Prevención de incendios

La mejor estrategia para enfrentar un incendio es prevenirlo. Algunas maneras de hacerlo son:

⁴⁴ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. Op. cit., p. 121.

- ✓ Mantener sin obstáculos las salidas y pasillos del laboratorio.
- ✓ Almacenar solamente una cantidad limitada de material inflamable.
- ✓ Disponer de los residuos bajo los parámetros que en este manual se establecen.
- ✓ Alejar los líquidos inflamables de los materiales combustibles tales como cajas de cartón o papeles absorbentes.
- ✓ Revisar periódicamente el estado de los cables eléctricos.

Cómo actuar frente a un incendio

Las siguientes acciones son recomendadas ante la ocurrencia de un incendio⁴⁵:

- ✓ Un incendio que se mantiene en un pequeño recipiente con frecuencia puede ser sofocado. Por ejemplo, se puede utilizar un cristal de reloj para sofocar un incendio que ocurra en un beaker, cubriendo la boca de éste. Evitar tocar con las manos un recipiente que esté en fuego. No cubrir con una toalla o ropa seca; se debe utilizar un material húmedo. Remover materiales inflamables que se encuentren cerca para evitar la propagación del incendio.
- ✓ Activar la alarma de incendio, de contarse con ella.
- ✓ No se debe refugiar en baños ni rincones donde se puede quedar atrapado. Buscar la salida.
- ✓ Utilizar las escaleras para salir del edificio, no los ascensores. Se deben seguir los procedimientos de evacuación establecidos y que han sido practicados en los simulacros de incendio.
- ✓ En general, la evacuación se hace previa evaluación de condiciones de seguridad, y se ordena cuando las condiciones de seguridad internas son inferiores a las externas.

7.4.2.2 Explosiones. Se debe dar la alarma de forma inmediata. Se evacuará el laboratorio hasta asegurarse que ha pasado el peligro. Si se produce fuego, se actuará según lo descrito en el apartado anterior.

⁴⁵ SOCIEDAD AMERICANA DE QUÍMICA. Op. cit., p. 36.

Los posibles riesgos de explosión son:

- ✓ Acumulación de gases en áreas cerradas procedentes generalmente de evaporación de compuestos volátiles.
- ✓ Almacenamiento de sustancias inflamables cerca de fuentes de calor o en lugares poco ventilados.
- ✓ Contacto con el agua de sodio u otros metales alcalinos.
- ✓ Rotura de tubos de goma y plástico que conduzcan gases inflamables.
- ✓ Escape de gases inflamables.
- ✓ Contacto con el agua de sodio u otros metales alcalinos.
- ✓ Rotura de tubos de goma y plástico que conduzcan gases inflamables.

8. NORMATIVIDAD SOBRE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS EN EL LABORATORIO

En el laboratorio de Química se generan residuos químicos, algunos de ellos considerados peligrosos, cuyo manejo y disposición está sujeto al cumplimiento de normas específicas, ya que representan un riesgo para la salud de la comunidad educativa, el personal de recolección de residuos y de la comunidad en general, además del riesgo ambiental que de ellos se genera. Las normas vigentes sobre este particular y que dan luces de cómo hacer gestión adecuada de residuos son: **El Decreto 1076 de 2015** (*Título 6 de la Parte 2 del Libro 2*) y el **Decreto 351 de 2014**.

De acuerdo con el Decreto 351 de 2014⁴⁶, “*Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades*”, estipula que *un residuo peligroso es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, puede causar riesgos o efectos no deseados, directos e indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos.*

8.1 SEPARACIÓN EN LA FUENTE

Para la separación adecuada de los residuos, el laboratorio debe disponer de un punto ecológico o zona especial claramente demarcada y señalizada, compuesta, como mínimo, cuatro canecas o recipientes, de tamaño acorde al número de usuarios del laboratorio (docentes y estudiantes) y a la cantidad de residuos sólidos allí generados. Estos recipientes deben seguir el código de colores definido por el ICONTEC en su Norma Técnica Colombiana GTC-24⁴⁷, así:


⁴⁶ COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 351 de 2014. Bogotá, 19 de febrero de 2014. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=56755#18>

⁴⁷ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 24. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente. 2009, p. 5 – 7. [En línea], [22 de mayo de 2015] disponible en: (<http://www.estra.com/eco/pdf/norma.pdf>)

Recipientes de color gris. Estos recipientes únicamente servirán para depositar el papel usado y cartón, limpio y seco, puede ser escrito, impreso y roto. Sin mezclas con otros materiales o grasa, agua, sustancias alimentos u otros cuerpos.

Cuadro 4. Código de colores para recipientes de residuos sólidos

Color de Recipiente	Tipo de Residuo	Observaciones
	<p>Estos recipientes únicamente servirán para depositar el papel usado y cartón, limpio y seco, puede ser escrito, impreso y roto. Sin mezclas con otros materiales o grasa, agua, sustancias alimentos u otros cuerpos extraños diferentes que lo contaminan. Los cuadernos y libretas de apuntes que ya no se usan ni se necesitan, los sobres (quitándoles la parte de plástico que traen algunos), el papel periódico limpio, las tirillas de los supermercados, las cajas de cereal y el cartón corrugado.</p>	<p>Se debe evitar arrugar el papel. No sirven, aquellos que se encuentran con restos de comida y/o grasa de los mismos alimentos. No sirve para reciclar papel mojado, grasoso o sucio. Tampoco se reciclan otras familias como el papel carbón, papel mantequilla, aluminio, higiénico, servilletas, papel de cocina o el celofán, ni los papeles que tengan recubrimientos con un material diferente al papel mismo como: los plastificados, metalizados u otros diferentes al material de interés. Todos estos residuos van en la caneca de residuos orgánicos.</p>
	<p>Estos recipientes únicamente servirán para depositar botellas y frascos de vidrio verde, ámbar y transparente, los cuales se debe procurar porque se encuentren totalmente vacíos.</p>	<p>No podrán disponerse en este recipiente, bombillos, vidrio plano, botellas azules, ni recipientes con tóxicos o veneno. Todos estos residuos van a la caneca de residuos orgánicos.</p>
	<p>En esta caneca van todos los residuos (diferentes al papel, metal y vidrio) y que nos son posibles de ser recuperados para reciclar como: servilletas, papel higiénico, restos de comida, colillas, chicles, cáscaras de frutas, etc.</p>	

Color de Recipiente	Tipo de Residuo	Observaciones
	<p>Este recipiente destinado a los residuos peligrosos como son los restos de sustancias químicas empleadas en el laboratorio.</p>	

Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 24. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente. 2009, p. 5 – 7.

Cada uno de estos recipientes debe usarse con la bolsa del respectivo color.

Con base en las normas señaladas, se recomienda que el establecimiento educativo formule e implemente el Manual Institucional para la Gestión Integral de Residuos generados en el laboratorio de química, física y biología.

8.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO INTERNO⁴⁸

El lugar donde se almacenen temporalmente los residuos debe cumplir con las siguientes características:

- ✓ Estar dentro de la institución.
- ✓ Tener acabados lisos, para que se pueda limpiar fácilmente y así evitar la proliferación de microorganismos.
- ✓ Contener un sistema de ventilación natural.

⁴⁸ PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. (2012). Manual de procedimientos para la recolección de residuos peligrosos. [En línea], [Junio 23 de 2015] disponible en: (<http://ciencias.javeriana.edu.co/documents/3722984/3758117/MANUAL+DE+PROCEDIMIENTO+PARA+LA++RECOLECCION++DE+RESIDUOS.pdf/508b4dd0-a970-454b-9cf0-aab7081eb55b>)

- ✓ Las ventanas deben contener malla que impidan el acceso de animales pequeños.

La persona encargada de la recolección interna debe contar con, al menos, los siguientes elementos: *overol, protección ocular, guantes de caucho o nitrilo y botas de caucho.*

Para el transporte interno tener en cuenta⁴⁹:

- ✓ La persona habilitada puede transportar manualmente las bolsas plásticas que contienen residuos.
- ✓ El transporte manual de residuos no debe representar esfuerzo físico excesivo ni riesgo de accidentes.
- ✓ Si el peso o el volumen es excesivo, se debe utilizar algún tipo de carro de recolección.
- ✓ El desplazamiento de los carros de recolección debe ser fácil y continuo para evitar cambios bruscos en la dirección que puedan hacer que el carro se vuelque.
- ✓ Las bolsas plásticas transportadas manualmente no pueden quedar almacenadas directamente en el piso del Almacenamiento Interno.

8.3 TRANSPORTE EXTERNO

Para el transporte externo tener en cuenta:

- ✓ El transporte debe realizarse en vehículos cerrados.
- ✓ Debe estar adecuado para evitar derrames.
- ✓ Deber permitir la manipulación, sin que se rompan los recipientes.
- ✓ Debe contener canecas para depositar las bolsas.
- ✓ Debe portar el número de naciones unidas para sustancias químicas.

⁴⁹ BVSDE. (2004). Control de riegos sanitarios y gestión adecuada de residuos. [En línea], [Junio 23 de 2015] disponible en: (http://www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/modulo4.html)

9. PROHIBICIÓN DE MANIPULACIÓN DE ARTÍCULOS PIROTÉCNICOS O EXPLOSIVOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS

Con la expedición de Ley 670 de 2001 “*Por medio de la cual se desarrolla parcialmente el artículo 44 de la Constitución Política para garantizar la vida, la integridad física y la recreación del niño expuesto al riesgo por el manejo de artículos pirotécnicos o explosivos*”, se desarrolla parcialmente el artículo 44 de la Constitución Política para garantizar la vida, la integridad física, la salud y la recreación del niño expuesto al riesgo por el manejo de artículos pirotécnicos o explosivos, norma que fue reglamentada por el Decreto 4481 de 2006 cuyo ámbito de aplicación se extiende por supuesto a los establecimientos educativos públicos y privados de todo el territorio nacional, normas éstas que hacen parte del presente manual y cuyo contenido debe ser conocido y socializado por parte del establecimiento educativo a la comunidad educativa.

BIBLIOGRAFÍA

ACERO GODOY, JOVANNA. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Universidad de Cundinamarca. Sede Fusagasugá, 2008. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (<http://www.unicundi.edu.co/documents/academia/MANUAL-BIOSEGURIDAD.pdf>)

BVSDE. (2004). Control de riegos sanitarios y gestion adecuada de residuos. [En línea], [Junio 23 de 2015] disponible en: (http://www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/modulo4.html)

CASTRO, D. A. (2014). *LABORATORIO DE QUIMICA - REGLAS E INSTRUMENTACIÓN*. . [En línea], [Junio 18 de 2015] disponible en: (<http://en.calameo.com/read/00247748390068b18b4cb>)

CEU UNIVERSIDAD SAN PABLO y ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. Normas básicas de seguridad en los laboratorios. Unidad de Prevención en Laboratorios. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.uspceu.com/_docs/facultades-escuelas/medicina/alumnos/InfU_normas-basicas-seguridad-laboratorios.pdf)

COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANA Y CERTIFICACIÓN, ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2050. Código Eléctrico Colombiano. 1998. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://ingenieria.bligoo.com.co/media/users/19/962117/files/219177/NTC_2050.pdf 847)

_____, NTC 1486. Documentación, Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Sexta actualización. Bogotá, 2008. [En línea], disponible en: (aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/.../view.php?id..).

_____, GTC 24. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente. 2009, p. 5 – 7. [En línea], [22 de mayo de 2015] disponible en: (<http://www.estra.com/eco/pdf/norma.pdf>).

_____, NTC 4595. [En línea], [19 de agosto de 2015] disponible en: (http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf)

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 de 2005. Bogotá, 30 de diciembre de 2005.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución No. 90708 de 2013. Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.minminas.gov.co/documents/10180//23517//22726-Resolucion_9_0708_de_agosto_30_de_2013_expedicion_RETIE_2013.pdf)

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 351 de 2014. Bogotá, 19 de febrero de 2014. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=56755#18>)

ESPAÑA. MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES ESPAÑA E INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. NTP 433: Prevención de Riesgos en el Laboratorio. Instalaciones, material de laboratorio y equipo. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_433.pdf)

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, No. 3, Vol. 12. 1994. pp. 299-313.

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO. Centro de Laboratorios. Manual de seguridad y bioseguridad para los laboratorios de química del ITM. Medellín, 2012. P. 33-39. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://centrolabs.itm.edu.co/Documentos/Manuales/3_Manual%20de%20Seguridad%20y%20Bioseguridad%20para%20los%20Laboratorios%20de%20Qu%C3%ADmica%20del%20ITM).

LÓPEZ CARRASQUERO, F. (n.d.). *Fundamentos de Polímeros*. (U. d. Andes, Ed.) [En línea], [Junio 18 de 2015] disponible en: (<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16700/1/polimeros.pdf>)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales. Bogotá, 2006. Pp. 96 – 141. [En línea], [14 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)

_____. Guía para el manejo del Laboratorio de Química y Física. En: Guía para el uso de la canasta educativa Educación Media Rural. Bogotá, 2011. P. 12 – 13.

MSDS. (n.d.). Seguridad y salud en el trabajo. [En línea], [junio 22 de 2015] disponible en: (<http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2012/02/hoja-de-datos-de-seguridad-de.html>).

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Tercera Edición. Ginebra, 2005. p. 13 – 15. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/CDS_CSR_LYO_2004_11_SP.pdf)

PERALES, F.J. Los trabajos prácticos y la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 1994 pp. 122-125.

PÉREZ SORIANO, Javier. Prevenciondocente.com [sede Web]. Señales de advertencia, obligación, salvamento y socorro, prohibición y de incendios. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (<http://www.prevenciondocente.com/senales.htm>)

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Manual de Higiene, Seguridad y Protección del Medio Ambiente del Laboratorio de Química. Cali, Enero de 2011. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (<http://portales.puj.edu.co/doc-quimica/Manual%20de%20Seguridad%20en%20el%20Laboratorio/Manual%20HSM%20Qu%C3%ADmica%20PUJ.pdf>).

_____. Manual de procedimientos para la recolección de residuos peligrosos. Bogotá, 2012. [En línea], [Junio 23 de 2015] disponible en: (<http://ciencias.javeriana.edu.co/documents/3722984/3758117/MANUAL+DE+PROCEDIMIENTO+PARA+LA++RECOLECCION++DE+RESIDUOS.pdf/508b4dd0-a970-454b-9cf0-aab7081eb55b>)

SECRETARIA DE CIENCIA, t. e. (n.d.). *cultura-cientifica de patagonia*. . [En línea], [Junio 18 de 2015] disponible en: (<http://www.chubut.gov.ar/portal/wp-organismos/ciencia/cultura-cientifica/patagonia-lab/>)

SOCIEDAD AMERICANA DE QUÍMICA. Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos. Prevención de accidentes para estudiantes universitarios. Volumen 1. 2003. p. 35 – 39. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (<https://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/seguridad-en-los-laboratorios-quu00edmicos-acadu00e9mico.pdf>)

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ. Seguridad Eléctrica en los Laboratorios en Laboratorios. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_PREVENCION/P_G_REPOSITORIO/P_G_DOCUMENTOS/P_G_DOC_MONOGRAFIAS/M-2.pdf)

UNIVERSIDAD DE GRANADA. Facultad de Ciencias. Laboratorio en Química 4.0. Proyecto de Innovación Docente. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.ugr.es/~laboratoriodequimica/5_seguridad.htm#trabajar)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (2011). Procedimiento para el manejo de derrames. [En línea], [Junio 23 de 2015] disponible en: (http://fisicalabsinvestigacion.uniandes.edu.co/archivos/man_salud_ocup/ANEXOS_GISSA_2013/MANEJO%20DE%20DERRAMES%20Ver%20Impresi%C3%B3n.pdf)

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, UNAD. [En línea], [18 de junio de 2015] disponible en: (http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358011/ContLinea/leccion_24_componentes_tcnico_operativos_para_la_gestin_integral_respel.html)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Manual de Seguridad para Laboratorios. p. 9 – 13. [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.laboratorios.bogota.unal.edu.co/userfiles/files/MANUAL%20DE%20SEGURIDAD%20LABORATORIOS%2031-10-2012_final%281%29.pdf)

_____. Guía Manejo de Residuos y Reactivos. [En línea], [18 de junio de 2015] disponible en: (www.unalmed.edu.co/dir_laboratorios/Manejo_Residuos_Reactivos.doc)

_____. Reglamento genérico para laboratorios de la Sede Bogotá. Sede Bogotá. Laboratorio de Química de Suelos. [En línea], [15 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.agronomia.unal.edu.co/home/files/Reglamento_Quimica_Suelos.pdf)

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA CARTAGENA. Laboratorios. Guía de seguridad y bioseguridad. p. 49 – 50 (PDF). [En línea], [16 de mayo de 2015] disponible en: (http://www.usbcartagena.edu.co/phocadownload/facultades/salud/GUIA_SEGURIDAD_Y_BIOSEGURIDAD.pdf)