



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

MANUAL PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO (BPL)

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

CÓDIGO: EN-MA-02
VERSIÓN: 02/DD-MMM-AAAA

Contenido

1.	Introducción.....	4
2.	Definición.....	4
3.	Contenido.....	5
3.1	Equipos e infraestructura.....	5
3.1.1	Infraestructura.....	6
3.1.2	Ventilación.....	6
3.1.3	Iluminación.....	7
3.1.4	Material de Vidrio.....	7
3.1.5	Instalaciones y equipos eléctricos.....	8
3.1.6	Equipos con llamas.....	9
3.1.7	Estufas y desecadores.....	10
3.1.8	Baños calientes.....	11
3.1.9	Autoclaves.....	11
3.1.10	Centrífugas.....	11
3.1.11	Cromatógrafo de gases.....	12
3.1.12	Cromatógrafo líquido de alta resolución.....	12
3.1.13	Espectrofotómetro de absorción atómica.....	13
3.1.14	Espectrofotómetro de infrarrojo.....	14
3.1.15	Espectrofotómetros de UV y visible.....	14
3.1.16	Balanzas.....	15
3.1.17	Calibración y mantenimiento de equipos de laboratorio.....	15
3.2	Manejo de reactivos químicos.....	16
3.2.1	Generalidades.....	16
3.2.2	Recomendaciones para el manejo de reactivos y su almacenamiento.....	17
3.2.3	Recomendaciones para la preparación de soluciones.....	19
3.2.3.1	Proceso de pesaje.....	20
3.2.3.2	Servido de los solventes (líquidos) con los implementos adecuados.....	21
3.2.3.3	Estandarización de soluciones.....	21

3.2.3.4	Desempeño de una solución.....	22
3.2.4	Recomendaciones para el descarte de residuos	22
3.3	Seguridad, Higiene y Bioseguridad	23
3.3.1	Generalidades	24
3.3.2	Normas de seguridad específicas para los laboratorios de química y biología.....	27
3.3.2.1	Manipulación de productos químicos	27
3.3.2.2	Manipulación de material biológico	29
3.3.2.3	Transporte de reactivos	30
3.3.2.4	Disposición y eliminación de residuos químicos y material biológico o contaminado.....	31
3.3.3	Normas de seguridad específicas para los laboratorios de física	34
3.3.4	Derrames, accidentes y exposiciones	36
4.	Documentos de referencia	37
5.	Bibliografía	38

MANUAL PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO (BPL)

1. Introducción

La Prevención es el pilar fundamental de la gestión y ejecución de los ejes misionales de la Universidad, es decir de la docencia, investigación y extensión. Así lo establece en su Manual de Seguridad y Salud en el Trabajo, siempre en aras de proporcionar ambientes de trabajo y aprendizaje seguros, saludables y reducir razonablemente la probabilidad de incidentes, accidentes y enfermedades relacionadas con las actividades desarrolladas. En cumplimiento de esta política se crea El Manual de Buenas Prácticas de Laboratorio.

Las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) se definen como un grupo de lineamientos, procedimientos operacionales y prácticas establecidas que son consideradas reglamentarias para garantizar la calidad e integridad de los resultados obtenidos durante el desarrollo de los procesos y ensayos de laboratorio.

Las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), buscan generar en los actores que intervienen en el desarrollo de los diferentes procesos en laboratorios de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) el hábito del correcto hacer y así mantener las condiciones de seguridad necesarias en el desarrollo de las actividades prácticas y altos estándares de calidad en los procesos de docencia, investigación y extensión.

El Manual de Buenas Prácticas de Laboratorio contiene los lineamientos y criterios que son parte esencial en el funcionamiento y operatividad de los laboratorios; para dar cumplimiento a los mismos.

“Realizar los procedimientos con seguridad no es solamente la manera correcta de trabajar, es la única manera de hacerlo”¹

2. Definición

Objetivo general

Establecer los lineamientos, procedimientos y prácticas que garanticen++ las condiciones de seguridad y formación experimental de los actores que participan en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, sobre los riesgos generales y específicos derivados de las actividades desarrolladas en docencia, investigación y extensión, la validez

¹ Tomado de Seguridad en los Laboratorios Químicos académicos. Vol.1., 7 ed.

(en los casos que aplique), reproducibilidad y confiabilidad de los datos y resultados obtenidos, así como la transversalidad de los procesos desarrollados en los laboratorios.

Objetivos Específicos

- Promover entre todos los actores involucrados en los laboratorios la adopción de Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL).
- Orientar a estudiantes, profesores, monitores y responsables de laboratorio en el cumplimiento de sus responsabilidades y la correcta aplicación de las normativas asociadas a su rol.
- Generar conciencia sobre la relevancia de los hábitos de seguridad, higiene y autocuidado en el entorno del laboratorio, enfatizando su impacto en la salud y bienestar del personal operativo.
- Sensibilizar sobre la correcta utilización y mantenimiento de los espacios, instrumental y equipos de laboratorio utilizados en la realización de ensayos y prácticas.
- Garantizar la linealidad y reproducibilidad de los resultados experimentales, en los casos que sea aplicable.
- Fomentar el uso eficiente de los recursos en la ejecución de las actividades, procedimientos y ensayos en los laboratorios.

Alcance

El documento BPL es aplicable a todos los laboratorios de docencia, investigación y extensión adscritos a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Antioquia.

3. Contenido

3.1 Equipos e infraestructura

Al desarrollar las diferentes actividades que implica el trabajo de laboratorio, bien sea de docencia, investigación o extensión el personal involucrado se ve expuesto tanto a los riesgos consecuentes de manipular y trabajar con productos químicos, medios de cultivo, placas, cepas de referencia, cepas de trabajo, sistemas eléctricos, masas, etc. como a aquellos riesgos que se derivan de la infraestructura, instrumental y equipos.

Los laboratorios disponen normalmente de instalaciones o servicios generales como son, gas natural, agua, vacío, electricidad, etc. de los cuales el responsable del laboratorio debe verificar: que cumplan con los lineamientos institucionales y la normativa Nacional e

internacional, que le apliquen, que se encuentren en buen estado y con un adecuado y oportuno mantenimiento, acciones que minimizan el riesgo de incidente o accidente dentro de las instalaciones de los laboratorios de Química, Biología y Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

3.1.1 Infraestructura

Se debe disponer de un espacio adecuado para realizar el trabajo los laboratorios en condiciones óptimas en cuanto a seguridad, limpieza y el mantenimiento. Las siguientes son algunas recomendaciones:

Condiciones óptimas en cuanto a seguridad, limpieza y el mantenimiento de los espacios.

- Paredes y techos lisos para disminuir la posibilidad de acumulación de desechos o gérmenes, fáciles de limpiar y resistentes a los productos químicos, a elementos corrosivos o tóxicos utilizados en el laboratorio.
- Suelos antideslizantes y fáciles de limpiar.
- Superficies y mesas de trabajo impermeables y resistentes a desinfectantes, ácidos, bases, disolventes orgánicos y calor moderado.
- Mobiliario robusto con suficiente espacio entre mesas, estanterías y otros muebles, así como debajo de los mismos, a fin de facilitar la limpieza.
- Evitar sobrecargar el laboratorio con objetos, muebles y equipos que dificulten la movilidad durante las diferentes actividades desarrolladas.
- Extintores adecuados según la clasificación del riesgo.
- Ducha, lava ojos y botiquín de primeros auxilios para la atención inicial en casos de emergencia.
- Suministro Seguro y adecuado de gas, agua y energía con instalaciones en óptimas condiciones, revisiones periódicas y un debido mantenimiento preventivo.
- Revisar periódicamente el estado de los desagües para evitar o corregir daños o corrosión provocados por las sustancias usadas durante las diferentes prácticas.
- Disponer de dos accesos funcionales al laboratorio y evitar sostener y obstruir las puertas con módulos o equipos que obstaculicen el tránsito.

3.1.2 Ventilación

Una adecuada ventilación de los laboratorios permite su acondicionamiento ambiental en lo que respecta a temperatura, humedad, concentración y evacuación de contaminantes. Es ideal contar con un sistema mecánico de ventilación que introduzca aire del exterior sin recirculación, de no ser posible, las ventanas y puertas deben poder abrirse. Entre los riesgos asociados a la ventilación del laboratorio tenemos: la contaminación ambiental residual y los olores, las elevadas concentraciones ambientales debido a la manipulación de productos muy volátiles, fugas de gases y derrames.

Se recomienda para los laboratorios un aporte de aire exterior de 10 L/s y por persona o 3 L/s y m². El caudal de aire exterior está determinado por el funcionamiento de las cabinas de extracción. El uso de ellas constituye el sistema más eficaz para eliminar la contaminación química y biológica generada por la actividad del laboratorio.

3.1.3 Iluminación

La iluminación de los laboratorios debe ser acorde con la exigencia visual de las prácticas que se realicen en él, que puede llegar a ser muy alta, lo que implica un nivel de iluminación mínimo de 1000 lux (RD 486/97). Aun así, se considera que un nivel de 500 lux, basado en luminarias generales con iluminación de apoyo, es suficiente para gran parte de las actividades.

Es importante realizar periódicamente limpieza y mantenimiento a las luminarias de los laboratorios Y reemplazar las luminarias cuando se requiera, siguiendo los lineamientos establecidos en la Universidad.

3.1.4 Material de Vidrio

Teniendo en cuenta que gran parte del equipo que se utiliza en el laboratorio son de vidrio y que existen riesgos asociados a su manipulación, se sugiere:

- Verificar el material de vidrio antes de utilizar y desechar los que se encuentren averiados.
- Efectuar los montajes para las diferentes prácticas con especial cuidado, evitando que queden forzados, empleando soportes y abrazaderas adecuadas.
- Desechar el material que haya sufrido un golpe de cierta consistencia, aunque no se observen grietas o fracturas, especialmente si van a ser calentados o sometidos a presión.
- Evitar calentar directamente el vidrio en la llama, interponer un material capaz de difundir el calor. (Ej. una rejilla metálica)
- Introducir de forma progresiva y lentamente los balones no volumétricos y cualquier otro material de vidrio en los baños calientes.
- Evitar ejercer fuerza excesiva sobre el vidrio para desconectar uniones que estén trabadas. Los tapones de botellas pueden aflojarse con pinzas y las uniones esmeriladas, haciendo pasar vapor, siempre que el recipiente no contenga una sustancia incompatible con el agua.
- Manipular las buretas y pipetas muy cuidadosamente, son largas y por lo tanto más difíciles de manejar. Sus puntas son especialmente frágiles y se rompen fácilmente por golpes.
- Lubricar con agua o glicerina (usar la cantidad justa para evitar posibles contaminaciones) las partes de vidrio, antes de insertarlas en los montajes que lo requieran, para evitar que queden atascadas.

- Evitar sacar por la fuerza tubos, tapones o mangueras pegadas al material de vidrio, es preferible recortar.
- Tener presente que el material de vidrio es frágil y se rompe bajo choque térmico o mecánico severo.
- Tener en cuenta que el vidrio caliente y frío tienen la misma apariencia.
- Promover una limpieza exhaustiva de todos los materiales de vidrio después de cada uso, utilizando detergentes suaves para evitar la acumulación de residuos de sustancias químicas y grasas. Evitar el uso de estropajos abrasivos que puedan rayar la superficie. En caso de ser necesario, realizar la limpieza con soluciones ácidas o alcalinas según corresponda y bajo protocolos establecidos.
- En caso de trabajar con sustancias biológicas, realizar protocolos de inactivación y desinfección adecuada a el material de vidrio utilizando soluciones desinfectantes aprobadas antes de la limpieza final.
- Almacenar el material de vidrio en áreas designadas que cuenten con estantes o contenedores adecuados. Utilizar separadores o divisores para prevenir el contacto directo entre las piezas, minimizando así el riesgo de golpes y fricción que puedan comprometer la integridad del vidrio.
- Siempre utilizar gafas de seguridad y guantes de protección al manipular vidrio, especialmente al realizar montajes o desmontajes e incluso, en el proceso de limpieza de este material.
- Descartar de manera adecuada el material de vidrio roto, o aquel que ya no se va a utilizar. Disponer en el laboratorio de un recipiente para descarte de vidrio, bien marcado.

3.1.5 Instalaciones y equipos eléctricos

El laboratorio 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 2050 (Código eléctrico colombiano) que se basa en salvaguardar la vida de las personas y los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad. Así mismo, se deben establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico, para esto se requiere efectuar el mantenimiento y las inspecciones periódicas diligenciando la solicitud a través del aplicativo en línea <https://soluciones.udea.edu.co>

Las siguientes recomendaciones y su cumplimiento garantizan que las instalaciones y equipos eléctricos se conserven en condiciones adecuadas para su uso:

- Revisar las instalaciones eléctricas y sus conexiones, si presentan daño o requieren mantenimiento, solicitar el servicio a través del aplicativo <https://soluciones.udea.edu.co/>.
- Revisar periódicamente todos los sistemas de seguridad de los equipos de trabajo e instalaciones que se utilicen y comprobar su correcto estado.
- Revisar la ficha técnica de los equipos de laboratorio antes de su uso y disponer del manual de instrucciones del fabricante.
- Mantener los equipos eléctricos lejos de los suministros de agua y otras superficies húmedas y verificar que los cables de los equipos no estén expuestos o dañados.
- Solicitar que los equipos sean instalados cerca de los enchufes eléctricos. Se debe evitar que los cables eléctricos sean unidos o se utilicen extensiones sin consultar al personal de electricidad.
- Utilizar un enchufe para cada equipo. Esto evita recalentamiento (sobrecarga). Si el laboratorio no posee enchufes o tomacorrientes suficientes para todos los equipos, se debe solicitar la instalación de nuevas conexiones.
- Seguir las instrucciones de funcionamiento y manipulación de los equipos recomendadas por el proveedor, para evitar descargas eléctricas accidentales.
- Evitar conectar un equipo sin polo a tierra o con los cables o conexiones en mal estado.
- Comprobar siempre que los equipos se encuentren desconectados de la fuente de alimentación y que el personal que los manipula cuente con las competencias, antes de manipular su interior.
- Evitar operar los equipos si no se dispone de un correspondiente instructivo de operación.
- No utilizar los equipos que estén marcados con el rótulo “FUERA DE SERVICIO”.
- Verificar el voltaje con el que trabaja cada equipo.
- Evitar cualquier tipo de derrame sobre el equipo o donde se encuentra ubicado.
- Utilizar siempre pesa sustancias, beaker, vidrio de reloj, etc., para pesar sustancias en las balanzas.
- Tener cuidado con el manejo de las partes móviles de los equipos.
- Controlar que ningún equipo sea excedido en capacidad.
- Dejar los equipos limpios, apagados, desconectados y tapados al finalizar el trabajo.
- Implementar un sistema de etiquetado claro y preciso para todos los circuitos eléctricos, indicando su función y la capacidad máxima permitida, facilitando así la identificación y el mantenimiento.

3.1.6 Equipos con llamas

El trabajo con llama abierta genera riesgos de incendio y explosión por la presencia de gases comburentes o combustibles, o de productos inflamables en el ambiente próximo donde se utilizan. Para prevenir estos riesgos se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Trabajar en ambientes ventilados; en caso de sentir olor a gas no accionar interruptores ni aparatos eléctricos, no encender fósforos; cerrar la llave principal del suministro de gas del laboratorio. Si persiste el olor informar al responsable del curso o responsable del laboratorio para que él informe al área correspondiente y se siga el procedimiento establecido por la universidad; retirarse del área sin permitir el paso de otras personas.
- En caso de utilizar un mechero Bunsen, u otra fuente intensa de calor, alejar de los mismos los recipientes o frascos con reactivos químicos o soluciones que puedan reaccionar con el calor.
- Regular el mechero para obtener una llama suave, calentará lentamente, en forma pareja y uniforme.
- Ajustar la abrazadera que sostiene el material de vidrio de modo que la llama haga contacto con el vidrio por debajo del nivel del líquido. El calentar por encima del nivel del líquido no aumenta la intensidad del calentamiento y puede producir choque térmico y rotura del material de vidrio.
- Evite calentar líquidos de manera rápida. El calentamiento rápido puede producir sobrecalentamiento, salpicaduras y quemaduras, además de pérdida de líquido caliente.
- Verificar el cierre de llaves de paso del gas en la línea y mechero al final de la práctica. En caso de usar mecheros tradicionales, asegurarse de que estos queden apagados y almacenados en el lugar adecuado.
- Verificar que el equipo se encuentre en la temperatura adecuada para el acondicionamiento final.
- Considerar el uso de trípodes o rejillas de soporte para colocar el material a calentar, asegurando que no haya contacto directo con la llama, lo que puede evitar daños y mejorar la distribución del calor.
- No abandonar los montajes con calentamiento y observar constantemente la llama durante su operación. Si la llama se apaga repentinamente, cerrar el suministro de gas inmediatamente y esperar unos minutos antes de intentar encender nuevamente.
- Nunca colocar reactivos que puedan ser volátiles o inflamables directamente sobre la llama. Utilizar un baño de agua o aceite para calentar de manera indirecta.

3.1.7 Estufas y desecadores

La estufa es el aparato de secado para sustancias e instrumentos de vidrio más utilizado en el laboratorio. Sin embargo, presentan riesgos de explosión, incendio e intoxicación si se llegan a desprender vapores inflamables, por sobrecalentamiento o una falla en el termostato. Algunas recomendaciones para su uso son:

- Esperar a que el material de la estufa se haya enfriado o utilizar guantes de protección y pinzas para extraer el material de la estufa.
- Evite introducir en las estufas comunes compuestos que generen vapores inflamables, a no ser que la estufa sea de seguridad aumentada.

- Disponer de un buen sistema de control de la temperatura mediante termostatos.
- Revisar periódicamente las conexiones eléctricas y los sistemas de seguridad.

3.1.8 Baños calientes

Se debe elegir el fluido del baño caliente (agua, aceite, silicona, glicerina, arena) dependiendo del líquido que se quiera calentar. Sujetar dentro del baño todos los recipientes para evitar que se muevan o vuelquen.

- Los baños deberán llevar termostatos para poder controlar la temperatura.
- Revisar periódicamente las conexiones eléctricas de los equipos.
- Realizar siempre dentro de una cabina de extracción las evaporaciones en caliente de productos inflamables sin condensación, que por su cantidad o velocidad de evaporación puedan producir atmósferas inflamables.
- Permitir que el fluido seleccionado del baño caliente se enfríe a una temperatura segura antes de cualquier manipulación. Esto previene quemaduras y lesiones térmicas al personal.
- Retirar el líquido del equipo después de ser utilizado.

3.1.9 Autoclaves

- Tener presente la información del fabricante, cuál es la presión máxima que esa autoclave puede soportar, y nunca trabajar por encima de ella.
- Disponer de un manómetro en el que se tenga identificada la presión máxima de trabajo y un dispositivo automático de descarga de presión.
- cerrar herméticamente para asegurar el correcto funcionamiento y evitar accidentes o que las fugas puedan contaminar el ambiente de trabajo.
- Limpiar y desinfectar siempre que se utilice para inactivar agentes biológicos.
- Realizar revisiones periódicas de los sistemas de seguridad de la autoclave.
- Asegurar que la carga dentro de la autoclave esté correctamente distribuida y no sobrecargue el equipo, lo que puede afectar su eficacia y la seguridad del cierre.

3.1.10 Centrífugas

- La centrífuga debe tener un sistema que impida que se ponga en marcha cuando no esté debidamente cerrada o que se abra cuando el rotor esté en movimiento.
- Colocar sobre una superficie firme y estable para evitar su desplazamiento o su vuelco.
- Verificar su nivel antes de usarla.
- Equilibrar con el peso y volumen de los tubos, situándose en extremos opuestos y en número par.
- Realizar procedimientos de mantenimiento, limpieza y desinfección periódicamente.

- Centrifugar siempre con los tubos tapados.

3.1.11 Cromatógrafo de gases

- Este equipo debe ser utilizado por personal debidamente calificado y entrenado.
- Disponer de un adecuado sistema de ventilación para disipar el calor del equipo.
- Revisar periódicamente todos los sistemas de seguridad del equipo y comprobar que no se producen fugas.
- Contar con las condiciones ambientales, de seguridad, eléctricas adecuadas, establecidas en el manual proporcionado por el fabricante del equipo.
- garantizar el flujo de los gases del equipo antes de su encendido con los valores de flujo estipulados por el manual proporcionado por el fabricante o metodología a realizar.
- Abrir las válvulas de gases antes de encender el cromatógrafo.
- Tener cuidado con el manejo de las jeringas cuando se inyecte de forma manual.
- Esperar a que baje la temperatura antes de apagar el equipo para evitar daños en el cromatógrafo de gases y en la columna.
- enfriar el equipo después de utilizar, así evita el riesgo de quemaduras por contacto en la manipulación de partes del equipo (inyector, columna, etc.), de lo contrario utilizar guantes de protección térmica.
- Realizar el mantenimiento de los filtros previos al sistema de detección periódicamente.
- Revisar y verificar el funcionamiento adecuado de las columnas y mantener un registro de uso de estas, que incluya tipo de muestras utilizadas, el tiempo que se usaron y el registro de su limpieza al finalizar el análisis.

3.1.12 Cromatógrafo líquido de alta resolución

- Utilizar los productos químicos eluyentes con precaución y utilizar los correspondientes elementos de protección personal.
- Colocar a los recipientes de disolventes (el que está en uso y el que recoge el utilizado) una tapa con un orificio por el que se introduzca el tubo de forma que se minimice la emisión de vapores al laboratorio.
- Utilizar por personal debidamente calificado y entrenado.
- contar con condiciones ambientales, de seguridad, eléctricas adecuadas, establecidas en el manual proporcionado por el fabricante
- Utilizar los implementos de seguridad (gafas, guantes de seguridad y ropa protectora) cuando se trabaje con sustancias inflamables y peligrosas.
- Evitar utilizar disolventes con una temperatura de autoignición inferior a 200 °C y no utilizar disolventes con un punto de ebullición que esté por debajo de 56 °C.
- Mantener siempre la temperatura en el compartimento de la muestra al menos 25°C por debajo del punto de ebullición del disolvente utilizado.
- Evitar operar el equipo en una atmósfera explosiva.

- Evitar sobrepasar el volumen máximo permitido de disolventes (8 L) en la cabina de disolventes. No use botellas que excedan el volumen máximo permitido como se especifica en la guía de uso para la cabina de solventes.
- Conectar a tierra el contenedor de desechos.
- Purgar la bomba con solvente nuevo antes de usar el sistema, o cuando el solvente debe cambiarse por otro.
- Purgar la bomba si ha estado inactiva durante unas horas o más para eliminar burbujas del sistema.
- Hacer una limpieza más intensiva cuando se usan buffers, pues se requiere de un tiempo mayor de purga con agua para evitar cristalizaciones en las mangueras que puedan generar daños al equipo o contaminaciones en los análisis posteriores.
- Si se van a utilizar diferentes disolventes, asegúrese de que el nuevo disolvente sea miscible con el disolvente anterior y, si es necesario, utilice un paso intermedio con un disolvente co-miscible (el isopropanol suele ser una buena opción, consulte una tabla de miscibilidad de disolventes).

3.1.13 Espectrofotómetro de absorción atómica

- Este equipo debe ser utilizado por personal debidamente calificado y entrenado.
- Trabajar teniendo en cuenta las condiciones ambientales, de seguridad, eléctricas adecuadas, establecidas en el manual proporcionado por el fabricante del equipo.
- Utilizar los implementos de seguridad personal necesarios al manipular el equipo; como gafas, guantes de seguridad y ropa protectora cuando se trabaje con sustancias inflamables y peligrosas.
- Evitar operar el equipo en una atmósfera explosiva.
- Manipular los reactivos para la digestión de las muestras en cabina de extracción, con los correspondientes elementos de protección.
- Se recomienda que las instalaciones de los gases utilizados se encuentren en el exterior. tener especial cuidado con el acetileno.
- Mantener sujetos a la pared los cilindros de gas y debidamente identificados.
- Revisar periódicamente todos los sistemas de seguridad del equipo y verificar que no se presenten fugas en la instalación.
- Evitar mirar directamente a la llama.
- Abrir primero el compresor de aire y luego los gases al prender la llama.
- Mantener la puerta del equipo cerrada Cuando se tenga la llama encendida a.
- Trabajar siempre con la campana de extracción encendida.
- Monitorear la presión correspondiente para cada gas.
- Cerrar las llaves de aire/acetileno y purgar la salida para que no haya fuga de gases en el recinto cerrado.
- Verificar la limpieza de equipo.
- Apagar el equipo y el compresor de aire luego de terminada la medición.

3.1.14 Espectrofotómetro de infrarrojo

- Este equipo debe ser utilizado por personal debidamente calificado y entrenado.
- Para trabajar con este equipo se debe contar con condiciones ambientales, de seguridad, eléctricas adecuadas, establecidas en el manual proporcionado por el fabricante.
- Utilizar los implementos de seguridad (gafas, guantes de seguridad y ropa protectora) cuando se trabaje con sustancias inflamables y peligrosas.
- Evitar apagar el equipo.
- Evitar mover el equipo de su lugar mientras esté encendido.
- Mantener la compuerta del equipo cerrada.
- Mantener el KBr en óptimas condiciones de humedad para preparar las muestras.
- Preparar el KBr con anticipación para garantizar que esté en óptimas condiciones.
- Evitar dejar la cámara de análisis abierta.
- Establecer las condiciones de análisis con anterioridad para optimizar el tiempo del equipo.
- Evitar medir muestras húmedas ya que estas no arrojarán un espectro que proporcione información útil para el usuario.

3.1.15 Espectrofotómetros de UV y visible

Para trabajar con este equipo se debe:

- Contar con condiciones ambientales, de seguridad, eléctricas adecuadas, establecidas en el manual proporcionado por el fabricante.
- Utilizar los implementos de seguridad (gafas, guantes de seguridad y ropa protectora) cuando se trabaje con sustancias inflamables y peligrosas.
- Evitar operar el equipo en una atmósfera explosiva.
- Colocar el instrumento en un lugar en donde no esté sujeto a vibraciones, calor excesivo, humedad o luz directa.
- Proteger el instrumento del polvo. Nunca toque las superficies ópticas tales como lentes y filtros. Siga las instrucciones que da el fabricante para la limpieza de tales componentes.
- Permitir que el instrumento se estabilice antes de hacer algún procedimiento.
- Evitar mover el equipo de su lugar mientras esté encendido.
- Mantener la compuerta del equipo cerrada.
- Verificar el 0 y el 100% T cada vez que se vaya a hacer lecturas y cuando varíe la longitud de onda.

3.1.16 Balanzas

Las balanzas son instrumentos muy sensibles al medio, las recomendaciones con respecto a su cuidado son las siguientes:

- Ubicar en superficie estable, maciza, antivibraciones y sin corrientes de aire.
- Ubicar cerca de pared sin ventanas y lejos de focos fuentes luminosas (calor y luz solar directa). Colocar las balanzas en un lugar con poco tránsito.
- Antes de su uso realizar calibración con un patrón conocido y confiable.
- Evitar pesar las sustancias directamente sobre el plato de la balanza.
- Utilizar un recipiente limpio y seco, como un vidrio de reloj, o un pesa sustancias.
- Ajustar la balanza en ceros (TARA) antes de pesar la sustancia. Ubicar el material a pesar en el centro del plato de la balanza.
- Pesar con las puertas de las balanzas cerradas.
- Limpiar el plato de la balanza cuidadosamente y las partes que queden con algún residuo, usando un accesorio adecuado (una brocha) al terminar el proceso de pesaje.
- Retornar a cero la balanza al finalizar el proceso (TARA).
- Apagar correctamente la balanza.
- Dejar las puertas de la balanza cerradas al finalizar.

3.1.17 Calibración y mantenimiento de equipos de laboratorio

Los equipos de medición constituyen la herramienta principal de trabajo en el laboratorio, de ahí que todo lo relacionado con la gestión y control de los equipos de medición sea de gran importancia, tanto para la correcta ejecución de los ensayos, calibración y mantenimiento de equipos, como para la obtención de resultados analíticos con la fiabilidad y la precisión requeridas.

El laboratorio debe tener implementado un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, verificación y/o calibración de equipos como parte fundamental del sistema de gestión, el cual debe ser planificado y llevado a cabo periódicamente y según la necesidad.

El propósito es inspeccionar y detectar las fallas en su fase inicial, corrigiéndolas oportunamente. Estas acciones logran no sólo confiabilidad, sino conocer el estado y funcionamiento y que operen en condiciones óptimas.

Por otra parte, es necesario hacer el inventario² de equipos de manera regular con el objeto de tener certeza de la ubicación y estado de los equipos.

² **Artículo 24 del Acuerdo Superior 292 del 14 de junio de 2005, por el cual se expide el Estatuto para el Manejo de Bienes y Seguros Universidad de Antioquia**, todos los servidores universitarios debemos presentar anualmente un informe detallado sobre la ubicación y el estado de los bienes que tenemos a cargo.

Por lo anterior, el laboratorio debe contar con una hoja de vida por equipo y adicional a esto, mantener almacenada, custodiada y actualizada la siguiente documentación:

- Manual de fábrica.
- Documentos de importación (en el caso de equipos nuevos).
- La garantía.
- Bitácora de uso: Registros de daños, mantenimiento preventivo y correctivo, verificaciones y calibraciones, reposición de partes y su dada de baja.
- Instructivo de operación del equipo según los lineamientos del Manual de Elaboración de Documentos Institucional

3.2 Manejo de reactivos químicos

Para el adecuado manejo de reactivos en los laboratorios de la FCEN, se deberán implementar los lineamientos de clasificación y comunicación de peligros de los productos químicos, de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de la Organización de las Naciones Unidas – ONU, sexta edición revisada (2015), conforme la adopción de este sistema a nivel nacional mediante el Decreto 1496 de 2018 y la Resolución 773 de 2021. La comunicación de peligros de los productos químicos abarca el etiquetado y la elaboración y/o la disponibilidad de sus Fichas de Datos de Seguridad — FDS.

Para la correcta gestión y disposición de los reactivos químicos los laboratorios de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales deberán dar estricto cumplimiento a las siguientes disposiciones:

3.2.1 Generalidades

La recepción de mercancías peligrosas se llevará a cabo teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 12 en el Decreto 1609 de 2002: "Obligaciones del destinatario de la mercancía".

La adquisición de productos químicos debe asegurar y exigir que los proveedores aporten los elementos de comunicación de peligros definidos por el Sistema Globalmente Armonizado y cumplan con la legislación vigente en:

- Fichas de Datos de seguridad (FDS) y Etiqueta aportadas actualizadas y conforme al Sistema Globalmente Armonizado.
- Especificaciones y requerimientos técnicos que conduzcan al cumplimiento de los estándares para el transporte de mercancías peligrosas.
- Recomendaciones en la disposición final de residuos.

- Tener en cuenta cuáles sustancias son controladas por la Dirección Nacional de Estupefacientes, de tal forma que se cumplan con las disposiciones establecidas por las autoridades competentes que se indican en el Resolución 001 de 2015.
- Los reactivos deben ser almacenados y etiquetados cumpliendo estrictamente los lineamientos del SGA. El almacenamiento debe hacerse teniendo en cuenta características como el volumen de los envases a almacenar, los factores de riesgo y las características intrínsecas de cada sustancia; como, por ejemplo, sus propiedades fisicoquímicas, estabilidad y reactividad e incompatibilidades con otras sustancias. Para tener pautas más precisas utilizar la Guía para la Identificación y el Almacenamiento de Sustancias Químicas y Soluciones de la FCEN (EN-GU-01).
- Cada laboratorio debe contar con las fichas de datos de seguridad del total de los reactivos que utilice, suministradas por los proveedores o fabricantes de estas, ya sea en medio digital o físico. Así mismo, debe contar con las tarjetas de emergencia impresas, suministradas por la Universidad.
- Las personas involucradas en el uso de sustancias químicas deberán consultar esta información antes de realizar cualquier actividad con las mismas y en caso de dudas, debe ponerse en contacto con la persona a cargo del laboratorio.
- Cada laboratorio tiene la potestad sobre la solicitud y uso que le dé al certificado de análisis de los reactivos que reciba. En los casos que aplique y este se conserve, será de gran utilidad en caso de que se presente una reclamación de tipo técnico al proveedor y/o para tener información técnica documentada, usada como referente en diferentes trabajos de investigación y tratamiento de muestras.
- Solicitar los reactivos químicos según la calidad adecuada de acuerdo con el uso que se les dé.

3.2.2 Recomendaciones para el manejo de reactivos y su almacenamiento

El adecuado almacenamiento, uso y disposición de las sustancias químicas hace parte de las buenas prácticas de cualquier laboratorio donde éstas son utilizadas. En los laboratorios de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales para su buen funcionamiento y adecuado manejo de reactivos deben implementar las siguientes medidas:

- Definir y clasificar el tipo de sustancias almacenadas teniendo en cuenta esta diferenciación:
 - Reactivos puros.
 - Soluciones preparadas (considerar si estas son trasvasadas en algún momento o permanecen en el mismo envase).
 - Soluciones preparadas In situ.
 - Muestras para estudiantes.
 - Muestras del cliente si se prestan servicios.

- Definir la distribución de las sustancias químicas en las estanterías y modulares asignados para este fin, diferenciando el lugar para ubicar los reactivos puros sólidos, reactivos puros líquidos, soluciones y muestras.
- Definir un modelo de distribución de las sustancias químicas dentro del modular o estantería teniendo en cuenta secciones, entrepaños, ubicación de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo con el fin de facilitar la búsqueda de estos. Cada una de estas secciones o divisiones debe estar identificada. La distribución y separación debe estar siempre acorde a los lineamientos del SGA.
- Cuidar en todo momento que los envases de mayor volumen estén en la parte inferior de las estanterías, si se observa algún impedimento dada la distribución, se recomienda almacenar en el siguiente nivel ubicado desde el piso hacia arriba y dejar debidamente documentada esta excepción.
- En el caso de manejar stock de seguridad se debe definir cuál será su manejo y debe estar controlado con el respectivo inventario de sustancias.
- La forma de tratar y definir los casos especiales como estándares de alta pureza, reactivos peligrosos o que requieran custodia especial, deben estar debidamente documentados y esta información debe ser compartida a las personas autorizadas para dar tal tratamiento.
- Se recomienda identificar y hacer la correcta y respectiva señalización de las estanterías del laboratorio, con los pictogramas de peligro establecidos en el SGA.
- El etiquetado de los reactivos del laboratorio tanto puros como soluciones debe cumplir con todos los lineamientos establecidos en el SGA.
- Cada laboratorio debe establecer políticas para la adecuada recepción de reactivos de acuerdo con las buenas prácticas de laboratorio en aspectos tales como: embalaje, buenas condiciones del envase, rotulación, documentación reglamentaria si aplica, adecuada fecha de vencimiento siendo ésta acorde a las necesidades y consumos del lugar, horarios de recepción, etc.
- Siempre que sea posible, usar las sustancias en su respectivo orden de llegada al laboratorio.
- Se debe llevar registro del consumo de cada reactivo cuando cada uno de estos sea utilizado; para esto, puede usarse una bitácora de manejo diario escrita a mano y con tinta indeleble, estableciendo fecha de consumo, cantidad, envase utilizado (si se cuenta con varios) y responsable y/o que este sea cargado diariamente en el Sistema Etiquétame implementado Institucionalmente.
- Cada laboratorio debe contar con un listado maestro de reactivos completo. Deben estar diferenciados tanto reactivos puros, como soluciones, mezclas y otro tipo de sustancias especiales con la respectiva ubicación, concentración, anotaciones especiales y codificación de color institucional. Para mayor soporte consultar la Guía para la identificación y el almacenamiento de Sustancias Químicas y Soluciones (EN-GU-01).

- Donar los reactivos que no están siendo usados, a otros laboratorios que les sean de utilidad, haciendo uso del Programa de Higiene Química Institucional. Llevar el registro de esta actividad en el Formato Reactivos y Soluciones para gestionar (EN-FO-005). En el caso que definitivamente el reactivo no se pueda o deba utilizar se deberá descartar según los lineamientos institucionales de gestión ambiental.
- Al realizar pedidos de sustancias químicas, se debe validar que las cantidades solicitadas no excedan la capacidad de almacenamiento.
- Verificar la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) de las sustancias químicas antes de almacenar reactivos en refrigeradores, neveras y/o ultracongeladores, de tal forma que no se presente incompatibilidad por contacto con agua o ambiente húmedo para evitar explosiones.
- Considerar re-etiquetar el recipiente de una sustancia química siempre que realice un trasvase, mezcla o dilución y/o si la etiqueta original está deteriorada o carece de información mínima. Asegurar que las etiquetas nuevas no tapen la etiqueta original de la sustancia química para evitar confusiones y garantizar la comunicación adecuada de peligros.
- Asegurar la capacitación y entrenamiento del personal en el manejo de sustancias químicas peligrosas, abarcando habilidades para la identificación, clasificación y comunicación de peligros mediante el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), así como en la manipulación, almacenamiento y disposición final de estas sustancias. Es crucial incluir formación sobre los riesgos específicos de cada sustancia, controles operativos y medidas preventivas, además de procedimientos de emergencia. La competencia del personal debe integrarse en sus prácticas laborales e incluir el uso adecuado de elementos de protección personal.

3.2.3 Recomendaciones para la preparación de soluciones

Para la preparación de soluciones tener siempre presente aspectos como la naturaleza de las sustancias que componen la solución para definir la forma apropiada de su elaboración como por ejemplo; propiedades físicas como su estado de agregación, comportamiento según dicho estado (polvo fino y volátil, polvo granulado, sólido higroscópico, líquido denso, líquido volátil) y características de peligrosidad como corrosividad, inflamabilidad, desprendimiento de vapores tóxicos, características irritantes, daños graves a la salud; generación de reacciones exotérmicas o endotérmicas al entrar en contacto, envases compatibles, etc. pues de esto, dependerá en gran medida preparar las soluciones de manera adecuada, usando todos los elementos de protección personal y colectiva y los implementos adecuados del laboratorio para el proceso de pesaje, mezcla y envasado final de la solución.

- Considerar el uso de una campana de extracción, especialmente con la manipulación de sustancias químicas volátiles, inflamables o que desprenden vapores tóxicos.
- Durante el proceso de preparación, se debe mantener todas las sustancias alejadas de fuentes de ignición.
- Al realizar el trasvase de productos químicos, asegúrese de que el recipiente de destino esté etiquetado de acuerdo con el envase original, que no provenga de productos alimenticios y que esté en perfecto estado. Respete el material del envase seleccionado por el fabricante, utilizando recipientes del mismo material y con la etiqueta correspondiente. Además, los contenedores deben llenarse hasta un máximo del 75% de su capacidad para garantizar la seguridad.
- La etiqueta de envases menos de 30 mililitros deberá, como mínimo, registrar el nombre del producto y los pictogramas de peligro. Se podrán usar medios alternativos que faciliten el acceso a la información de la etiqueta en el laboratorio durante su uso o almacenamiento.

Teniendo esto muy claro se debe proceder con el alistamiento de los implementos necesarios para la preparación como son:

- Sustancias químicas ubicadas en el lugar adecuado y ordenado con su respectiva espátula o pipeta debidamente identificada.
- Balanza apropiada, limpia, verificada y estabilizada.
- Pesa sustancias o recipientes para el pesaje.
- Medio de disolución de los reactivos (agua o solventes).
- Método de agitación (varilla agitadora, agitador o vórtice).
- Recipientes graduados para la preparación, volumétricos o especiales.
- Recipiente para el envasado final.
- Etiqueta

Nota: El recipiente para el envasado final debe estar debidamente rotulado e identificado de acuerdo con los lineamientos del SGA y pautas establecidas en la guía para el manejo de reactivos de la FCEN.

3.2.3.1 Proceso de pesaje

- Utilizar el instructivo para la preparación de la solución o en su defecto tener a la mano, en bitácora de trabajo del laboratorio, el peso requerido del soluto o solutos.
- Hacer la corrección por masa teniendo en cuenta la pureza reportada en el envase del soluto de la siguiente manera:

Ejemplo: Para 1,000 g de sólido con pureza del 99,8 % en masa, se debe calcular que cantidad adicional de soluto se debe pesar para que se tenga en realidad 1,000 g completo del soluto de interés, entonces, la masa real m_r a pesar sería:

$$m_r = \frac{1,000g \times 100\%}{99,8\%} = 1,002g$$

Notas:

- En caso de que no se cuente con este valor, asumir pureza del 100 % en masa.
- Registrar la fecha de preparación de las soluciones con el objeto de tener en cuenta su estabilidad al momento de utilizarla o definir si se requiere una nueva preparación.

3.2.3.2 Medición y trasvase de líquidos

Las soluciones volumétricas, deben usar instrumentos que garanticen la medición con precisión suficiente para el reporte de datos analíticos, es decir, material volumétrico que como mínimo permita el reporte preciso del volumen de las soluciones preparadas con estos, que estén en buen estado, con marcas, escalas y aforos visibles, sin reparaciones o dilataciones por calor, con precisión conocida y calidad suficiente en donde sea verificable la trazabilidad de los datos generados con estos instrumentos.

En el caso de requerir hacer pruebas cualitativas puede hacerse uso de recipientes graduados para el servido como probetas y pipetas; dado que la calidad de estos instrumentos tiene un alcance para que dichas pruebas generen resultados confiables.

3.2.3.3 Estandarización de soluciones

Las soluciones volumétricas que lo requieran deberán ser valoradas con un patrón en primera instancia, de carácter secundario, siempre y cuando se pueda garantizar la información proveniente del patrón primario al que este es trazable. En el caso que no se cuente con el patrón secundario se puede usar sin ningún inconveniente el patrón primario para hacer dicha valoración. Se debe entonces reportar y registrar de manera pertinente en los datos de la valoración, ver tabla 1:

Tabla 1. Datos para reportar de acuerdo con el patrón seleccionado

	Patrón Primario	Patrón Secundario
Fecha de la estandarización	Aplica	
Nombre químico	Aplica	
Fórmula química	Aplica	No Aplica

Composición	No Aplica	Aplica
Cantidad exacta utilizada	Aplica	
Marca	Aplica	No Aplica
Lote	Aplica	No Aplica
Pureza	Aplica	No Aplica
Número de réplicas realizadas	Aplica	
Modelo de cálculo de concentración analítica	Aplica	
Valor promedio de la concentración analítica	Aplica	
Responsable de la estandarización	Aplica	

Notas:

- Para hacer el reporte del valor promedio de concentración se debe incluir el adecuado manejo de cifras significativas.
- Se recomienda realizar tres réplicas como mínimo para reportar el valor promedio de la concentración analítica.

3.2.3.4 Desempeño de una solución

Siempre que sea posible y según la necesidad, siempre que se tenga cantidad suficiente, se debe evaluar la solución con el fin de determinar su correcto desempeño, la mejor forma será retarla haciendo la prueba principal para la que se utiliza y con esto habrá evidencia y no se tendrá lugar a dudas que esta funcionará para las pruebas requeridas; Lo anterior siempre en los tiempos razonables desde la preparación y hasta el momento en que se van a realizar las pruebas.

Para el caso en que se requiera verificar una solución estándar, se recomienda realizar dos réplicas para conocer el valor nominal y posterior a esto haga los reajustes requeridos y valorar nuevamente.

3.2.4 Recomendaciones para el descarte de residuos

Los laboratorios que generen residuos derivados del almacenamiento, manipulación y uso de productos químicos, así como sus envases y embalajes, deben realizar un manejo especial de estos como residuos peligrosos, lo cual es de obligatorio cumplimiento por parte de los generadores de acuerdo con lo estipulado por la legislación nacional vigente (Decreto 4741 de 2005).

El manejo de residuos es tan importante como el manejo de reactivos y siempre se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Clasificar y manejar correctamente de acuerdo con la matriz de compatibilidad de residuos de la Universidad y los demás lineamientos institucionales referentes a la gestión ambiental.
- Utilizar recipientes no mayores a 10 litros de capacidad para su adecuada y fácil manipulación.
- Hacer un vertido cuidadoso en los recipientes de residuos. Si se observa algún comportamiento inusual se debe detener el vertido.
- Cerrar adecuadamente los recipientes de residuos entre cada uso.
- La estantería o lugar para el de residuos debe estar ubicado a nivel del piso, anclada a las paredes y suelo, de la misma forma que para los reactivos.
- Identificar los residuos de la manera adecuada para evitar contaminaciones y reacciones desfavorables.
- Llenar los recipientes para residuos solamente debe hacerse hasta sus $\frac{3}{4}$ partes (u 80 % de su capacidad). Posterior a que se tenga completa esta capacidad se debe realizar la correspondiente gestión ya sea tratamiento interno o gestión externa.
- Tratar y manejar los residuos con los elementos de protección personal (EPP) indicados.
- Despresurizar periódicamente los residuos en campana de extracción.
- Realizar gestión eficiente a los residuos sin permitir que estos permanezcan por más de un año en el laboratorio.
- Realizar inspección visual periódica de las sustancias químicas y sus envases para que, en función de esto, se pueda autorizar su continuidad en el almacenamiento o, de lo contrario, disponerlas como residuos peligrosos cuando:
 - Siendo un sólido originalmente, pasa a estado líquido de forma parcial o total.
 - Muestra cambios de color.
 - El envase este deteriorado o roto.
 - Observe cambios en la forma del envase por el aumento de presión.
 - El período de vigencia haya expirado o sea superior a 5 años.

3.3 Seguridad, higiene y bioseguridad

Las medidas de higiene, seguridad y bioseguridad en los laboratorios son un conjunto de Instrucciones y normas preventivas dirigidos a proteger la salud de estudiantes, profesores, responsables de laboratorio y demás personal frente a los riesgos propios ligados a todas y cada una de las actividades del proceso. Con estas medidas se busca además reducir o minimizar la probabilidad de que suceda un incidente o accidente por exposición a compuestos tóxicos, radiación, material particulado, contaminación con material biológico, etc.; aún a bajas concentraciones o cortos tiempos de exposición; así como contaminaciones dentro y hacia el exterior de los laboratorios.

Tomando como referentes los lineamientos institucionales de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y la normativa nacional e internacional vigente, se adoptan y ponen en práctica medidas adecuadas de higiene, seguridad y bioseguridad que buscan proteger la vida, la salud y la integridad física del personal responsable de los laboratorios, estudiantes, profesores y comunidad universitaria en general.

3.3.1 Generalidades

El desarrollo de las prácticas, ensayos e investigaciones debe cumplir con las siguientes recomendaciones para reducir la probabilidad de accidentes o incidentes dentro de los laboratorios:

- Trabajar siempre acompañados.
- Realizar los ensayos y actividades propias de cada laboratorio bajo el conocimiento y supervisión del profesor o del responsable del laboratorio.
- Los laboratorios deben contar con los equipos necesarios de protección colectiva (extintores, duchas, lavaojos, etc.), debidamente identificados, de fácil acceso para el personal y en perfecto estado para su uso.
- Verificar el estado y funcionamiento de los Equipos de Protección Colectiva periódicamente. Registrar los hallazgos en los formatos institucionales correspondientes (Inspección de botiquines, Inspección de extintores (DI-TH-FO-104) y el kit para atención de derrames.
- Almacenar y guardar de manera correcta y segura los reactivos, sustancias y equipos que representen peligro en su manipulación.
- Tener al alcance el número de atención telefónica del área protegida de la Universidad de Antioquia (604) 219 8123.
- Colocar y mantener en lugares visibles las señales que indiquen medidas de higiene, seguridad y bioseguridad o adviertan peligrosidad en los equipos e instalaciones.
- Los espacios de trabajo en los laboratorios deben ser suficientemente amplios y cómodos para realizar el trabajo en condiciones de seguridad.
- Los pisos del laboratorio no deben ser encerados y brillantados.
- Utilizar equipo de protección personal (EPP) para las actividades que se realizan y durante todo el tiempo que permanezca en el laboratorio, para ello consultar las fichas técnicas de los elementos de protección personal, matriz de elementos de protección de acuerdo con el riesgo y la guía para el uso de elementos de protección personal del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Practicar los hábitos del autocuidado y de la prevención de accidentes.
- Retirar todos los accesorios personales que puedan comprender riesgos de accidentes mecánicos, químicos o por fuego, como son anillos, pulseras, collares, gorras y sombreros etc.
- No comer chicle dentro del laboratorio.
- Recoger el cabello largo en una moña, antes de iniciar el trabajo de laboratorio.

- Usar la indumentaria adecuada, zapatos que cubran totalmente el pie y que sean preferiblemente de material tipo cuero, pantalones largos no usar faldas, no usar leggins o prendas con agujeros (rotos)
- Cuando las condiciones del laboratorio así lo requieran, como, por ejemplo: restringir el uso del celular cuando este pueda generar contaminación cruzada, generar interferencia con el sistema electrónico o magnético de los equipos, emitir altas radiaciones, generar accidentes cuando se usan y almacenan sustancias inflamables Y cuando ocasionen distracción durante actividades que requieran ánimo vigilante y/o otras que tengan este tipo de alcance. Leer las fichas de seguridad de los reactivos y sustancias a utilizar antes de su uso.
- Sustituir los compuestos químicos y biológicos peligrosos por otros de menor riesgo o toxicidad.
- Anticipar los posibles riesgos del trabajo que se va a realizar en el laboratorio.
- Mantener en buen estado de conservación, limpieza, utilización y funcionamiento, los equipos, material de trabajo e instalaciones de los laboratorios.
- Mantener en buen estado de conservación, uso y funcionamiento los sistemas eléctricos, sanitarios, servicios de agua y redes de gas.
- Distribuir los cables de los equipos o instalaciones eléctricas, así como las mangueras de los sistemas de refrigeración y reflujos, de tal manera que no interfieran con la movilidad y desplazamiento del personal por el laboratorio.
- Mantener sólo el material requerido para la sesión práctica sobre la mesa de trabajo. Los demás objetos personales o innecesarios deben guardarse o colocarse lejos del área de trabajo.
- Mantener los equipos, material de trabajo y reactivos, lejos del borde de la mesa para evitar caídas o accidentes
- Usar únicamente los equipos o aparatos que se especifican en la guía de la práctica.
- Usar un equipo sólo cuando se conozca perfectamente su funcionamiento. Consultar al profesor o responsable del laboratorio cuando haya una duda o problema con su utilización.
- Consultar al profesor cuando se tengan dudas sobre las precauciones de manipulación de algún producto antes de proceder a su uso.
- Limpiar los equipos inmediatamente en caso de un derrame sobre o dentro de ellos. Informar al profesor o responsable del laboratorio.
- Mantener las puertas abiertas durante el desarrollo de las diferentes actividades para favorecer la correcta circulación de aire.
- Usar campanas de extracción y/o renovación de aire para la eliminación de gases y vapores, producto de las prácticas y los ensayos de laboratorio.
- Marcar el equipo metálico y vidriería a ser usada durante la práctica o ensayo, con marcador permanente tipo Sharpie, lápiz de cera, punta de diamante u otro específico para esto, no usar corrector.
- No se debe tomar material destinado a prácticas diferentes a la que se está ejecutando.
- No verter líquidos de un recipiente a otro a una altura superior a la de nuestros ojos.

- Revisar la existencia de grietas en el material de vidrio que va a someterse a calentamiento, se debe descartar toda la vidriería que presente defectos. No usar aquella vidriería que haya sufrido un golpe fuerte, aunque no se observen daños aparentes. Depositar en un contenedor para vidrio el material de vidrio roto, nunca en la papelera.
- Nunca calentar un recipiente totalmente cerrado.
- Dirigir siempre la boca del recipiente en dirección contraria a las personas cercanas.
- Hacer los calentamientos de sustancias tóxicas dentro del sistema de extracción para evitar la exposición a vapores.
- Usar matraces de cuello angosto para evitar pérdidas por ebullición.
- Usar perlas de ebullición para evitar los burbujeos violentos en las soluciones en calentamiento.
- Encender los mecheros con encendedor, nunca usar un mechero para encender otro.
- Cerrar el mechero una vez utilizado, tanto de la llave del propio mechero como la toma del gas de la mesa o si es manual, tapándolo.
- Usar pinzas, guantes térmicos para evitar quemaduras por implementos de vidrio caliente.
- No forzar los cierres, llaves y esmerilados de recipientes, así como las de ampollas cerradas que se hayan obturado (pegado), sin elementos de protección facial, guantes gruesos Y hacerlo sobre una bandeja o recipiente en campana,
- Al introducir una varilla de vidrio en el agujero de un tapón proteger las manos con guantes apropiados o un trapo y lubricar el tapón con agua. La introducción nunca se forzará.
- Los laboratorios deben disponer recipientes específicos para el depósito de elementos cortopunzantes (guardianes de seguridad) y residuos orgánicos, inorgánicos y biológicos, los cuales deben estar debidamente etiquetados.
- Todos los reactivos, materiales preparados, soluciones y muestras deben estar correctamente rotulados o etiquetados según el sistema globalmente armonizado SGA. Si son soluciones o disoluciones preparadas su etiqueta debe contener información relevante como: contenido, fecha de preparación, responsable, etc.
- Realizar la Gestión de los Residuos Generales y Peligrosos según lo establecido por el Sistema de Gestión Ambiental Institucional. Solicitar asesoría si es necesario.
- No usar lentes de contacto, debido a la exposición a vapores de solventes u otras sustancias. Reemplazar los lentes por gafas, de no ser posible, éstos no deben ser manipulados en el laboratorio.
- Al salir del área de laboratorios, el personal se debe lavar los antebrazos, las manos y las uñas con agua y jabón. Para el secado se deben usar toallas de papel que deben ser descartadas en los recipientes correspondientes.
- Los elementos de protección personal (EPP) solo deben usarse en el área de trabajo. Estos elementos se deben mantener en óptimas condiciones de higiene, en un lugar seguro y de fácil acceso.

- No consumir alimentos sólidos y/o líquidos en el laboratorio NO fumar en el Laboratorio.
- No almacenar alimentos, comidas y bebidas. Esto se deberá realizar en lugares externos al laboratorio.
- Guardar la bata y prendas usadas para y en el trabajo de laboratorio en bolsa cerrada para su transporte, Lavar la bata de laboratorio por separado del resto de la ropa.
- Los cortes y las heridas previas a la sesión práctica de laboratorio se deben cubrir con apósitos impermeables y guantes.
- Comunicar previamente al profesor responsable cualquier circunstancia personal, (ej. embarazo, alergias, etc.) que pueda aumentar la sensibilidad ante los riesgos de exposición a agentes químicos o biológicos.
- Revisar los enchufes y los cables de los equipos antes de hacer la conexión eléctrica.
- No manipular la caja de breakers eléctricos. Esto es solo función del personal capacitado para ello.
- Los sistemas de suministro de agua y drenaje deberán verificarse a fin de que estén en buen estado; en caso contrario, y de no ser posible el mantenimiento preventivo o correctivo que se requiera, no podrá realizarse la sesión práctica o el trabajo programado para ese día.
- Los extintores de incendio deberán ser de CO₂, polvo químico seco y el multipropósito, según lo determine el área de Seguridad y Salud en el trabajo de la Universidad; deberán revisarse como mínimo una vez al año, y recargarse cuando sea necesario, de conformidad con los resultados de la revisión o por haber sido utilizados. Usar los formatos institucionales para su debida inspección mensual.
- Las puertas de acceso y salidas de emergencia deberán estar siempre libres de obstáculos, accesibles y en posibilidad de ser utilizadas ante cualquier eventualidad.

3.3.2 Normas de seguridad específicas para los laboratorios de química y biología

En los laboratorios se presenta una clasificación del riesgo, dentro de los cuales se identifican cuatro de ellos asociados con el Riesgo Químico, Biológico, Físico (Radiación ionizante) y Mecánico. De acuerdo con ellos se establecen normas específicas de seguridad.

3.3.2.1 Manipulación de productos químicos

- Consultar las dudas sobre las precauciones de manipulación de algún producto en las fichas de seguridad y al profesor antes de proceder a su uso.
- No inhalar sustancias catalogadas como peligrosas, Evitar inhalar los vapores de productos químicos y de mezclas. Si es necesario oler las sustancias o reactivos, verificar que estos no estén catalogados como sustancias peligrosas y hacerlo de manera

indirecta, la forma correcta de oler la sustancia es dirigir un poco del vapor hacia la nariz, ayudándose con la mano.

- Tocar los reactivos solo cuando se están usando los guantes protección.
- No devolver a los recipientes de origen los sobrantes de los reactivos o soluciones utilizadas en las pruebas o ensayos sin consultar con el profesor o responsable del laboratorio.
- Sustituir un reactivo o solución sólo por indicación del profesor o responsable y bajo su supervisión.
- Usar la menor cantidad de reactivos posibles para hacer ensayos, prácticas e investigaciones.
- Los frascos de reactivos o muestras deben permanecer en los mesones o en los lugares asignados por el responsable de la logística.
- Cerrar los recipientes de los reactivos o muestras inmediatamente después de ser usados, durante su uso las tapas deben estar siempre boca arriba sobre la mesa.
- Evitar el uso de sustancias inflamables al tiempo o cerca de llamas vivas. Si es necesario calentar este tipo de reactivos o productos, usar el instrumental adecuado, como las mantas de calentamiento, planchas, baño maría, etc. nunca directamente al calor de la llama.
- No se debe mirar por la boca de los tubos de ensayo o matraces cuando se está realizando una reacción.
- Al mezclar sustancias en tubos de ensayo, hacerlo en pequeñas cantidades y despacio, teniendo siempre cuidado de dirigir el tubo de ensayo hacia donde no haya nadie.
- Para agitar moderadamente un tubo de ensayo golpee con la punta del dedo la base del tubo. Cuando sea necesario agitar vigorosamente por inversión del recipiente, taparlo con un tapón de vidrio esmerilado o papel parafilm o vinipel. Nunca tapar con la mano.
- Utilizar gradillas para transportar los tubos de ensayo, nunca los bolsillos.
- Realizar diluciones de ácidos vertiendo lentamente el ácido sobre el agua y con agitación constante, en algunos casos es necesario usar un baño frío. Nunca añadir agua al ácido.
- Utilizar la campana de extracción durante las prácticas y ensayos donde haya desprendimiento de gases tóxicos.
- Los reactivos y soluciones serán proporcionados por el profesor o responsable del laboratorio, por ningún motivo el estudiante puede tomar los reactivos de las estanterías o lugares de almacenamiento.
- Usar los pipeteadores o dispensadores para tomar y/o servir sustancias líquidas. Está estrictamente prohibido pipetear con la boca.
- Utilizar únicamente la cantidad de producto que se necesita para el desarrollo de la práctica o ensayo de laboratorio.
- Usar guantes de protección térmica para trabajar con sustancias y equipos de alta o baja temperatura.

3.3.2.2 Manipulación de material biológico

- Cuando se estén manipulando materiales de riesgo biológico, la puerta del área debe permanecer cerrada y sólo se debe permitir acceso al personal involucrado directamente con el trabajo en desarrollo.
- Al manipular agentes biológicos, muestras para diagnóstico, cultivos celulares, etc.; se estará ante la existencia de un riesgo de exposición a agentes biológicos.
- Considerar las muestras de sangre, tejido humano y fluidos corporales potencialmente contaminados y se aplicarán las precauciones universales que tienen por objetivo principal prevenir la infección por patógenos de transmisión sanguínea, bacterias o parásitos.
- Informar previamente al profesor responsable de la práctica si se sufre de mareos al ver sangre o agujas.
- Emplear medidas de seguridad adicionales cuando los agentes infecciosos que se manejen lo requieran, para ello en la puerta debe estar indicado claramente el símbolo de “Peligro o Riesgo Biológico” (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2005).
- Manipular todos los microorganismos como si fueran patógenos.
- Es indebido utilizar muestras de origen humano como fuente de bacterias, virus u hongos Usar pipeteadores, micropipetas, etc. para pipetear cultivos líquidos.
- Al mezclar un líquido que contiene que contiene agentes infecciosos no hacerlo mediante succión y expulsión vigorosa.
- Contar las colonias de un agente infeccioso con la placa cerrada y sellada con parafilm.
- Identificar debidamente los recipientes que contienen muestras o cultivos (especie, fecha, grupo, etc.).
- Avisar al profesor o encargado en caso de derrame o contacto con piel o mucosas.
- Evitar el contacto de las manos (con guantes o sin ellos) con la boca, la cara, la nariz, el pelo u otras partes del cuerpo.
- Utilizar delantales impermeables desechables cuando se puedan producir grandes volúmenes de salpicaduras de sangre o líquidos orgánicos.
- Utilizar guantes de látex o nitrilo en todo momento, en especial si se tienen heridas o lesiones en la piel.
- Comprobar siempre el buen estado de los guantes antes de ser usados. Quitarlos y descárgalos en el recipiente marcado como residuos biológicos.
- Usar pantallas faciales u otros equipos de protección siempre que haya riesgo de salpicaduras de material infecciosos.
- Minimizar en lo posible la producción de bioaerosoles en todas aquellas técnicas que los producen, tales como: centrifugación, trituración, apertura de recipientes, etc.
- Evitar pasar los brazos y el cuerpo por encima de los mecheros cuando estén encendidos.
- Manipular con pinzas, almacenar adecuadamente y descontaminar antes de eliminar las muestras de sangre, esputos o muestras fecales que hayan sido sometidas a fijación o tinción.

- Descartar después de su uso las lancetas y agujas en los guardianes dispuestos para ello.
- Usar tubos de cierre hermético, especialmente si se requiere agitación, y disponerlos en gradillas o similares.
- Procurar no guardar agujas en los bolsillos.
- Descontaminar las superficies de trabajo como mínimo una vez terminada la actividad y siempre que haya un derrame. El responsable del laboratorio indicará el protocolo adecuado para la desinfección, si es necesario consultar con Gestión Ambiental.
- Desinfectar el material metálico y no metálico según indicaciones del profesor o responsable, al terminar cada práctica o ensayo.
- Al trabajar con microorganismos de los grupos II, III y IV (ver lista de la OMS) seguir las medidas de contención, barreras y uso de elementos de protección personal recomendados para esos Grupos.
- Descartar los Residuos Patogénicos según lo indique la norma correspondiente.
- Al cambiar la ropa de calle por la ropa de trabajo, dejarla en un lugar exclusivo para este fin. Para salir del laboratorio, poner la ropa contaminada en bolsas para su transporte y posterior descontaminación o si es un vestido desechable depositar en bolsa y luego en la caneca identificada como riesgo biológico para su posterior eliminación.
- Señalizar todos los equipos sensibles a contaminación y los contenedores de residuos biopeligrosos con señal de advertencia de riesgo biológico.
- Identificar claramente la zona donde se deberá depositar el material para esterilizar.
- Transportar en doble contenedor con tapa segura, que impida la salida de líquidos, y marcado correctamente todas las muestras que contengan agentes biológicos o cultivos. Su transporte no se debe hacer en los bolsillos de la bata de laboratorio.
- Extremar las precauciones en caso de ver la señalización internacional de riesgo biológico. Ver figura 1.



Figura 1. Señalización internacional de riesgo biológico

3.3.2.3 Transporte de reactivos

- Antes de transportar sustancias químicas, material biológico o contaminado se debe conocer los posibles riesgos a los que se está expuesto en el entorno del recorrido para poder tomar acciones preventivas.
- La persona encargada del transporte de los reactivos o material biológico debe estar familiarizada con los riesgos de la sustancia o material y saber qué hacer en el caso de un incidente o accidente. Las hojas de seguridad son una buena fuente de esta

información. Los materiales que representan alto riesgo de peligrosidad por ser inestables o explosivos, no deben trasladarse hasta no cumplir con todos los requerimientos de seguridad.

- Evitar transportar innecesariamente los reactivos, soluciones, cultivos o material de trabajo de un lugar a otro del laboratorio.
- Los recipientes de los reactivos, soluciones o contenedores de material biológico se deben sujetar con dos puntos de apoyo, por el fondo (base) y del cuello o asa, nunca de la tapa, no pegarlos al cuerpo durante su manipulación o transporte.
- Usar siempre los EPP requeridos según la peligrosidad de la sustancia o material.
- Evite el transporte de sustancias visiblemente degradadas o en contenedores deteriorados
- Los recipientes deben estar correctamente identificados como Riesgo Biológico.
- Poner el material infeccioso, en un recipiente secundario adecuado para proteger contra rompimiento y derrame.
- Usar carros o carretillas resistentes para el transporte de contenedores múltiples, grandes y pesados; la carretilla debe tener ruedas lo suficientemente grandes como para solventar irregulares sin inclinar o detenerse repentinamente.
- Transportar los productos peligrosos o materiales infecciosos en elevadores de carga, siempre que sea posible, para evitar exponer a las demás personas.
- Retirar los guantes para abrir puertas y oprimir botones de ascensores.
- Las sustancias transportadas deben estar vigiladas en todo momento.

3.3.2.4 Disposición y eliminación de residuos químicos y material biológico o contaminado

Los laboratorios de docencia, Investigación y Extensión de la FCEN deben disponer de zonas debidamente señalizadas y delimitadas para disponer, tratar y almacenar transitoriamente los residuos sólidos y líquidos generados durante el desarrollo de sus actividades.

Residuos químicos

Los residuos o desechos peligrosos son aquellos residuos o desechos que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, o radiactivas puedan causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. De igual manera, se consideran residuos o desechos peligrosos los recipientes, empaques, embalajes y Elementos de Protección Personal (EPP) que hayan estado en contacto con dichas sustancias.

Las siguientes son las pautas implementadas en los laboratorios de Docencia, Investigación y Extensión de la FCEN de la Universidad de Antioquia para dicha gestión:

- Segregar los residuos sólidos según como lo estipule la norma vigente.

- Disponer para la segregación de los residuos generados en los laboratorios de una zona fija para ubicar los recipientes a ser usados en la segregación de los residuos sólidos tanto ordinarios como peligrosos, de igual manera disponer de una zona para la disposición de los residuos líquidos peligrosos, para su posterior tratamiento o recolección por parte de la empresa prestadora de servicio contratada por la Universidad de Antioquia para su disposición final.
- Depositar los residuos sólidos peligrosos dentro de las Bolsas rojas dispuestas dentro de los contenedores de plástico de color rojo. Para los laboratorios de química son residuos sólidos peligrosos los papeles usados en filtraciones, pesajes, secado y limpieza de derrames de sustancias químicas, recipientes contaminados con sustancias peligrosas, guantes y todo material que esté contaminado; a excepción de cuchillas, capilares y agujas.
- Descartar las cuchillas, agujas y elementos cortopunzantes en guardianes o reservorios destinados únicamente para este fin.
- Trasladar las bolsas con los residuos en cajas, carretilla o alzas, nunca arrastradas.
- Marcar los recipientes, al igual que las bolsas con etiquetas legibles y visibles.
- Descartar el material de vidrio que esté contaminado debidamente empacado en papel Kraft o cartón para evitar incidentes.
- Depositar residuos no aprovechables como el resultado del aseo del piso, el papel higiénico resultado de la limpieza de mesones o secado de vidriería; servilletas; papeles metalizados, entre otros, en la caneca de color negro, con bolsa del mismo color. Las envolturas de alimentos y snacks se depositan en los contenedores ubicados en los pasillos externos al laboratorio.
- Depositar en la caneca de color blanco con bolsa blanca, los residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, papel y cartón, que estén limpios y secos, es decir, libres de grasa u otra sustancia.
- Depositar en la caneca de color verde y bolsa del mismo color, los residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, desechos agrícolas etc.
- Entregar los residuos aprovechables al personal de la Cooperativa Multiactiva de Recicladores de Medellín (RECIMED).
- Disponer de bidones adecuados tanto en volumen como en material de fabricación, para el tipo de residuos líquidos generados durante las actividades propias de cada laboratorio.
- Verificar el buen estado de los bidones o recipientes antes de su uso.
- Marcar correctamente los bidones de almacenaje.
- Llenar las tres cuartas partes del volumen total, nunca hasta la boca del bidón.
- Almacenar los residuos líquidos peligrosos según indicaciones de compatibilidad química mientras se coordina con el área de Gestión Ambiental su recolección por parte de la empresa prestadora del servicio para su disposición final.
- Someter a tratamiento de: neutralización de ácidos y bases, precipitación de metales pesados, tratamiento de oxidantes con reductores, etc. Los residuos líquidos peligrosos

susceptibles de tratamiento en el laboratorio para disminuir o eliminar la toxicidad de este.

- Disponer de un espacio adecuado, con estanterías fijas a la pared para el almacenamiento transitorio de los residuos peligrosos mientras son recogidos. Los residuos no pueden permanecer por más de un año en el laboratorio.
- Diligenciar el ticket correspondiente en el aplicativo soluciones UdeA para la recolección de los residuos peligrosos por parte de la empresa prestadora del servicio.
- Entregar los residuos sólidos peligrosos solo al personal de la empresa responsable de su disposición final. No dejar en los pasillos. No entregar al personal de aseo general de la universidad.

Residuos patógenos

Los Residuos Patógenos son los fluidos, sueros o muestras de diagnóstico proveniente de humanos o animales; sus órganos, restos, partes o fluidos que surgen de las prácticas de docencia, la investigación y los servicios de extensión, así como todos los materiales de descarte que hayan tomado contacto con ellos.

- Depositar los residuos sólidos dentro de las Bolsas rojas de polietileno de 120 micrones de espesor, dispuestas dentro de contenedores de plástico de color rojo, ubicados en la zona dispuesta para la recolección de los residuos sólidos. Las bolsas rojas no deben estar sueltas, ni pueden ser arrastradas por el piso y superficies. Verificar siempre que las bolsas rojas no estén porosas o rasgadas.
- Guardar los residuos sólidos de animales que sean susceptibles de descomposición, y retirados de allí en el momento previo a ser recogidos por la empresa encargada de su disposición final. Los residuos de animales no deben contener éter etílico, ni algodones impregnados con éter por ser altamente explosivo.
- Los residuos líquidos patógenos como muestras de sueros, orinas, fluidos de origen humano o animal, etc., sólo serán descartados hasta después de ser sometidos al tratamiento para residuos indicado por el profesor o responsable.
- Descontaminar los líquidos de cultivos microbiológicos y los cultivos sólidos mediante autoclavado, antes de su eliminación. Si resultan restos sólidos, descartar en bolsa roja. Si son líquidos descontaminados, eliminar por la poceta o drenaje dejando correr abundante agua, no sin antes verificar su pH. Los materiales plásticos de descarte usados se descartan directamente en bolsa roja.
- Descartar los guardianes en bolsas rojas junto a los guantes de látex usados y otros materiales de descarte de plástico, goma o papel incinerables.
- Marcar con la etiqueta correspondiente, requerida por el personal encargado de la disposición final las bolsas rojas, las cuales deben estar perfectamente cerradas. No debe haber lixiviados dentro de la bolsa. Si los residuos pueden desprender líquidos, colocar toallas o materiales absorbentes como algodón, viruta, papeles, etc.
- El laboratorio debe tener un espacio dispuesto para el almacenamiento transitorio de los residuos biológicos. Se debe procurar no acumular muchas bolsas.

- Los restos de vidrio de gran tamaño contaminados con patógenos se desinfectan con hipoclorito por inmersión en baldes según indicaciones del responsable del laboratorio. Se envuelven con papel Kraft o dentro de cajas y se descartan como residuos comunes marcados como vidrio y con la leyenda “cuidado, vidrios rotos”. Los restos de botellas y aparatos quebrados de vidrio, sin contaminación biológica, corresponden a residuos comunes y se empacan cuidadosamente para evitar cortes o roturas que perjudiquen a terceros.
- Desinfectar periódicamente los recipientes contenedores, sitios donde hubo algún derrame y los lugares de acopio transitorio de las bolsas.

3.3.3 Normas de seguridad específicas para los laboratorios de física

- Informar a los estudiantes sobre el uso apropiado de la electricidad y los peligros del mal uso y abuso.
- Tener siempre presente que el agua no es un aliado al momento de trabajar con electricidad.
- Retirar los cables y conexiones eléctricas de pocetas, sifones y grifos de agua.
- No enchufar aparatos eléctricos con las manos húmedas. Mantener las manos limpias y secas.
- Revisar las baterías para verificar que no haya existencia de grietas, fugas, etc. Antes de ser usadas. Si no están en óptimas condiciones descartarlas en los lugares asignados por el Instituto para su recolección y disposición final. No abrirlas, su contenido puede ser tóxico y peligroso.
- Guardar las baterías teniendo la precaución de que las terminales no se toquen o hagan cortocircuitos.
- Desenchufar o desconectar los cables de conexión de cualquier equipo o instalación, tomando siempre el enchufe o conector eléctrico, nunca tirar de los cables.
- Retirar todas las joyas conductoras o metálicas antes de trabajar con electricidad.
- Para el mantenimiento de rutina, como cambiar las bombillas, asegúrese de que no haya paso de corriente eléctrica.
- Las tuberías de servicios públicos, como agua y gas, están conectadas a tierra. No toque un circuito eléctrico y las tuberías de servicios públicos al mismo tiempo.
- Tener cuidado para no sobrecargar los circuitos, para evitar sobrecalentamientos y cortes de energía.
- Revisar la norma de bloqueo antes de trabajar en cualquier dispositivo eléctrico.
- Tener siempre en mente 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.
- Cualquier experimento con electricidad debe ser guiado por el docente o responsable del ensayo.

- Conocer con anterioridad el voltaje al que debe hacerse el ensayo.
- Seguir la información de seguridad para cada ensayo en el que se utilicen fuentes de voltaje / corriente.
- Encender, apagar o ajustar las salidas de voltaje de CC (corriente continua) solo con la autorización del profesor del curso o en responsable del laboratorio. Las salidas de voltaje de CC están diseñadas para ser utilizadas únicamente en ensayos de laboratorio, no introducir nada en ellas, no conectar cables que no sean necesarios para el ensayo.
- Verificar los circuitos eléctricos de los estudiantes antes de ser usados.
- Hacer revisiones periódicas de los cables, enchufes y tomacorrientes empleados en los ensayos.
- Si al manipular un aparato eléctrico se percibe paso de corriente, se debe concluir su uso y dar aviso al docente o responsable.
- Montar o desmontar los circuitos sin paso de corriente eléctrica.
- Evitar manipular el interior de un equipo si se le está suministrando corriente.
- Recurrir inmediatamente al docente o responsable del laboratorio ante la ocurrencia de un cortocircuito, para que sea este quien dé solución al percance.
- Evitar al trabajar con fuentes láser la incidencia directa del haz o su reflejo, Puede ocasionar quemaduras graves.
- Verificar que no haya heridas en la piel previo al trabajo con materiales radiactivos.
- Seguir de manera rigurosa los lineamientos indicados por el profesor responsable de la práctica o responsable del laboratorio, en especial lo correspondiente a el uso de equipo de protección personal.
- Mantener a una distancia mínima de 10 metros los circuitos o dispositivos eléctricos, como, celulares, computadores y cámaras; cuando se trabaje con generadores electrostáticos, como generadores Van der Graaf.
- Ubicar los lanzadores de modo que el extremo del cañón de lanzamiento esté por encima del nivel de los ojos o tape el extremo del cañón cuando no esté en uso.
- Mantener alejado al personal dentro del laboratorio de la trayectoria de proyectiles y del área de impacto.
- Usar los imanes permanentes potentes, cuidando que las manos no queden entre el objeto y el imán.
- Estirar o comprimir los resortes cuidando de no lastimar los dedos por expansiones inesperadas de los mismos.
- El profesor o responsable del laboratorio debe asesorar a los estudiantes, cuando requieran hacer cortes, uso de taladros y pulidoras.
- Usar solo los equipos o implementos presurizados o evacuados que están diseñados para la actividad a realizar.
- Explicar a los estudiantes, en caso de riesgo a exposición a radiación y antes de empezar la práctica, los posibles efectos genéticos y somáticos, las distancias de seguridad, los elementos de protección (EPP) y la manera segura de trabajar.
- Disponer de manera correcta los materiales residuales de cada práctica o ensayo, si no sabe cómo hacerlo preguntar al profesor o responsable de laboratorio.

- Apagar la luz y aparatos eléctricos al finalizar la práctica de laboratorio.

3.3.4 Derrames, accidentes y exposiciones

Por su naturaleza, los laboratorios de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales están expuestos a ser epicentro de múltiples eventos relacionados con la salud y seguridad, muchos de ellos causados por las sustancias químicas o biológicas que se utilizan y las operaciones que en ellos se realizan, razones por las que todos los laboratorios deben contar con equipo de seguridad para la atención de emergencias como duchas de seguridad, lavajos, extintores contra incendios apropiado, kit de derrames, etc. Además de ventilación adecuada, pocetas y depósitos apropiados para la eliminación de los residuos.

Entre los incidentes o accidentes personales y colectivos que pueden ocurrir durante el desarrollo de las prácticas y procedimientos experimentales están: derrames, incendios, salpicaduras, quemaduras, cortes, infecciones por agentes biológicos, ingestión e inhalación de sustancias tóxicas. En caso de ocurrir alguno de estos incidentes o accidentes, se debe actuar de la manera establecida por el Sistema de Salud y Seguridad en el Trabajo en la atención de urgencias y emergencias de salud, se debe también tener presentes los lineamientos establecidos en la Guía para la atención de emergencias con productos químicos y residuos peligrosos (en línea) y/o las pautas establecidas en el Manual de Bioseguridad de la FCEN - Instituto de Química MB-3514-04.

- La primera línea de atención es área protegida, quien se encarga de brindar la atención médica prehospitalaria en caso de urgencias o emergencias médicas. Cuando sea necesario llamar desde fijos y celulares al número (604) 219 8123 o desde fijos en ciudad universitaria al *123.
- La segunda línea de atención es la encargada de prevenir y brindar los primeros auxilios en caso de incidente o accidente y está formada por los comités de emergencia por bloque.

Entre las recomendaciones generales para responder a un incidente o accidente de laboratorio están:

- Mantener la calma.
- Ponerse a salvo.
- Identificar el evento o situación.
- Evaluar las condiciones de riesgo.
- Poner en situación segura al personal involucrado.
- Pedir la ayuda requerida.
- Aislar o evacuar el laboratorio si es necesario.
- Diligenciar el formato Investigación incidentes-accidentes de trabajo DI-TH-FO-095 (en línea).

4. Documentos de referencia

- Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). Naciones Unidas. Nueva York y Ginebra
- **Decreto 1496 de 2018:** Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.
- **Resolución número 773 de 2021:** Por la cual se definen las acciones que deben desarrollar los empleadores para la aplicación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos en los lugares de trabajo y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.
- **Decreto 4741 de 2005:** por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
- Manual de Bioseguridad del Instituto de Química de la Facultad de Ciencias Exactas de la universidad de Antioquia.
- UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Manual de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2018.(En línea).
http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/998b9691-e6d6-4ac5-9331-34a3c49f5bc0/ManualSST_completo.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n1zx6AU
- Directiva Ministerial N° 67 de diciembre de 2015: Orientaciones para la construcción o ajustes en los establecimientos educativos del manual de normas de seguridad en los laboratorios de química y física.
<https://www.mineducacion.gov.co/normatividad/1753/w3-article-355749.html>
- UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Protocolo de Seguridad para el Trabajo con Productos Químicos, 2016. 1 versión. (En línea). <https://www.udea.edu.co/DI-TH-PT-06>

5. Notas de cambio

Esta versión reemplaza el Manual de Buenas Prácticas de Laboratorio (EN-MA-02), versión 01 del 01-JUN-2022.

Con relación a la primera versión:

EN-MA-02, Versión: 02

<La impresión o copia digital de este documento se considera "COPIA NO CONTROLADA". Solo se garantiza la actualización de la documentación en el sitio <http://www.udea.edu.co>>

- Se incorporan el Decreto 1496 de 2018 y la Resolución 773 de 2021 sobre la adopción del sistema de clasificación y comunicación de peligros de los productos químicos, de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de la Organización de las Naciones Unidas – ONU, sexta edición revisada (2015).
- Se incluye el Decreto 4741 de 2005 por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

6. Bibliografía

- Manual de Seguridad y Buenas Prácticas en el Laboratorio, Universidad de León, España. <https://servicios.unileon.es/gestion-de-residuos/wp-content/blogs.dir/34/files/2014/03/guia-de-seguridad-y-buenas-practicas-en-el-laboratorio.pdf>
- Manual de Seguridad en los Laboratorios de La Universidad Zaragoza. https://www.google.com/search?q=MANUAL+DE+SEGURIDAD+EN+LOS+LABORATORIOS+DE+LA+UNIVERSIDAD+DE+ZARAGOZA&oq=MANUAL+DE+SEGURIDAD+EN+LOS+LABORATORIOS+DE+LA+UNIVERSIDAD+DE+ZARAhttps://normograma.info/men/docs/directiva_mineducaci%C3%B3n_0067_2015.htmGOZA&aqs=chrome..69i57.1503j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL. Guía de seguridad y buenas prácticas en laboratorios de la Facultad Regional Rosario. (En línea). <https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/departamentos/quimica/files/2017/Guia%20SBP%20Laboratorios%20UTN%20FRRO.pdf>
- Norma NTC 459516 de Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares relacionadas con las características y condiciones físicas óptimas de los laboratorios https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-96894.html?_noredirect=1
- Calibración y mantenimiento de equipos en el laboratorio <https://www.franzmn.com/mantenimiento-equipos-en-el-laboratorio/>
- POLITÉCNICO JAIME ISAZA CADAVID. Normas de bioseguridad para los Laboratorios de Biología, Genética, Química, Biotecnología y Bioquímica y Nutrición Animal., 2012. 4 p. (En línea). https://www.politecnicojic.edu.co/images/downloads/laboratorios/normas_bioseguridad_2012.pdf

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA. Normas de seguridad en el laboratorio biológico docente, 2017. (En línea). https://www.uab.cat/doc/normativa_labdocentbio_estudiant_
- UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA. Medidas de Seguridad en el Laboratorio. 2015. (En línea). <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6927>
- [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/guia-
implementacion-planes-gestion-integral-residuos-laboratorio.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/guia-implementacion-planes-gestion-integral-residuos-laboratorio.pdf)

Elaboró: Tecnólogos de Gestión de Laboratorios Instituto de Biología e Instituto de Química Docencia/Facultad de Ciencias Exactas y Naturales	Revisó: Verónica Jaramillo Gallego Analista de Procesos División de Arquitectura de Procesos Cecilia Ramírez Ramírez Apoyo a la gestión por Procesos Facultad de Ciencias Exactas y Naturales	Aprobó: Adriana Patricia Echavarría Isaza Decana Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Fecha: 10-DIC-2024	Fecha: 16—DIC-2024	Fecha: DD-MMM-AAAA