



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

## Química

## Laboratorio

Programa Académico  
Plan de Estudios  
Fecha de elaboración  
Versión del Documento

Licenciatura en Criminología

30/06/2025



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro  
**Rectora**

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina  
**Encargada del Despacho de la Secretaría  
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña  
**Secretario General Administrativo**

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez  
**Encargado de Despacho de Secretario  
General de Planeación**

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>IDENTIFICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<i>Carga Horaria del alumno .....</i>	<i>6</i>
<i>Consignación del Documento .....</i>	<i>6</i>
<b>MATRIZ DE CORRESPONDENCIA .....</b>	<b>7</b>
<b>NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS .....</b>	<b>8</b>
<i>Reglamento general del laboratorio .....</i>	<i>8</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>8</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>8</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>8</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia .....</i>	<i>9</i>
<b>RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..</b>	<b>10</b>
<b>PRÁCTICAS.....</b>	<b>12</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>33</b>

## INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

- **Propósito del manual:** Proporcionar una guía detallada para la realización de las prácticas de laboratorio, teniendo como principales objetivos la seguridad del estudiante y/o usuario del laboratorio y el cuidado al medio ambiente.
- **Justificación de su uso en el programa académico:** El manual de laboratorio de química es trascendental para asociar la teoría con la práctica y reforzar competencias clave en la investigación forense y la labor pericial, áreas decisivas en el ejercicio profesional criminológico.
- **Competencias a desarrollar**
  - **Competencias blandas:** Trabajar en equipo, resolver problemas y la responsabilidad y ética profesional, son algunas de las habilidades transversales que no solo son valiosas en el laboratorio de química, sino que también son transferibles a ambientes profesionales en criminología, como el análisis forense y la investigación de escenas del crimen.
  - **Competencias disciplinares:** Dominar el contexto experimental con el fin de adquirir habilidades prácticas para el manejo de instrumentos y equipos del laboratorio. Y lograr llevar a cabo técnicas como titulaciones, extracciones, análisis cualitativos y cuantitativos. Aplicar los principios químicos fundamentales para ejecutar e interpretar experimentos relacionados al contexto forense.
  - **Competencias profesionales:** Capacidad para aplicar técnicas químicas en la identificación y caracterización de evidencias. Habilidad para gestionar las evidencias de manera que sostenga su integridad, desde la recolección de muestras hasta su análisis.

## IDENTIFICACIÓN

<b>Nombre de la Asignatura</b>		<b>Química</b>	
<b>Clave</b>	<b>QUI20A2</b>	<b>Créditos</b>	<b>6</b>
<b>Asignaturas Antecedentes</b>		<b>Plan de Estudios</b>	<b>2017</b>

<b>Área de Competencia</b>	<b>Competencia del curso</b>
Identificar conductas y probables patologías sociales en base a estudios de personalidad y teorías criminológicas para la prevención del delito	Analizar los conceptos fundamentales de la química general, así como la estructura de los compuestos y su interrelación con la Química Forense, con la finalidad de proporcionar una base sólida de conocimientos teóricos y habilidades prácticas que servirán como apoyo para la realización de los análisis químicos en el ámbito forense.

### Carga Horaria de la asignatura

<b>Horas Supervisadas</b>			<b>Horas Independientes</b>	<b>Total de Horas</b>
<b>Aula</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Plataforma</b>		
<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>

### Consignación del Documento

<b>Unidad Académica</b>	Unidad Académica San Luis Río Colorado
<b>Fecha de elaboración</b>	30/06/2025
<b>Responsables del diseño</b>	Q.B.C. Luis Alfredo Cázares Ledesma
<b>Validación</b>	
<b>Recepción</b>	Coordinación de Procesos Educativos

## MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
No.1. Medidas de seguridad del laboratorio, tipos de materiales, usos y utilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar las distintas técnicas de la criminalística para el desarrollo de una investigación.</li> <li>• Investigar y realizar estudios específicos sobre delitos.</li> </ul>
No. 2. Reacciones químicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar perfiles y conductas de delincuentes.</li> <li>• Emitir peritajes e informes criminológicos.</li> <li>• Utilizar las distintas técnicas de la criminalística para el desarrollo de una investigación.</li> </ul>
No. 3. Titulación de ácidos y bases	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coadyuvar en las tareas de investigación que realiza un agente del Ministerio Público.</li> <li>• Analizar perfiles y conductas de delincuentes.</li> <li>• Investigar y realizar estudios específicos sobre delitos.</li> </ul>
No. 4. Presentación oral: Importancia y aplicación en la química forense de los instrumentos y equipos analíticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar las distintas técnicas de la criminalística para el desarrollo de una investigación.</li> <li>• Investigar y realizar estudios específicos sobre delitos.</li> </ul>

## **NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS**

### **Reglamento general del laboratorio**

1. El acceso a los laboratorios estará restringido a los horarios establecidos y siempre bajo la supervisión de un docente capacitado.
2. Queda prohibido el ingreso de personas ajenas a la Licenciatura, a menos que cuenten con la debida autorización por parte de la autoridad académica correspondiente.
3. Queda prohibido el consumo de alimentos y bebidas dentro de las instalaciones de los laboratorios.
4. No se permitirá la manipulación de reactivos o equipos sin la autorización y supervisión del docente.
5. Los estudiantes no podrán utilizar dispositivos electrónicos personales durante las prácticas, salvo autorización expresa del docente para actividades específicas.

### **Reglamento de uniforme**

Se exigirá el uso de vestimenta apropiada (bata de laboratorio, guantes, gafas, calzado cerrado) como condición indispensable para el ingreso al laboratorio de Criminalística.

### **Uso adecuado del equipo y materiales**

1. El equipo de los laboratorios solo podrá ser utilizado bajo la estricta supervisión del docente encargado. Todo daño causado por mal uso será responsabilidad de los usuarios.
2. Los docentes deberán dar una explicación detallada sobre el manejo adecuado del equipo, incluyendo microscopios, reactivos, kits de huellas, cámaras fotográficas, entre otros.
3. Antes y después de cada sesión, el estado del equipo deberá ser verificado por el docente. Cualquier anomalía deberá ser registrada en la bitácora de uso.

### **Manejo y disposición de residuos peligrosos**

1. Los residuos se categorizarán en biológicos, químicos orgánicos, químicos inorgánicos y punzocortantes. Cada tipo se dispondrá en contenedores codificados con etiquetas legibles e instrucciones de manejo, conforme a la normativa ambiental y de salud pública.
2. Los contenedores de residuos peligrosos se ubicarán en áreas ventiladas y señalizadas, contando con control de temperatura y acceso restringido. Se llevará un registro de fechas de generación y volumen de residuos acumulados.

3. El personal autorizado realizará la recolección periódica y transferencia de residuos a plantas de tratamiento acreditadas, garantizando la integridad de la cadena de custodia y la emisión de manifiestos de transporte.

### **Procedimientos en caso de emergencia**

1. Desde el principio debe conocer la ubicación de la fuente para el lavado de ojos más cercana, la manta contra incendios y el extintor de fuego. Es importante saber el manejo de cada uno y no hay que dudar en utilizar este equipo cuando se necesite.
2. Informe de todos los accidentes incluso los considerados menores al profesor; es posible que sea necesario aplicar correctivos que Ud. desconoce. (ver anexo 3).
3. En el caso de quemaduras inmediatamente aplique agua corriente sobre el área afectada para disminuir su temperatura y frenar la acción destructiva del calor. Puede ser necesario buscar atención médica.
4. En el caso de derrames de cualquier líquido alerte a sus vecinos en el laboratorio y recoja y limpie el derrame siguiendo las instrucciones del profesor.
5. Ante la activación de alarmas o detección de derrames mayores, se seguirá el protocolo establecido: uso de extintores adecuados, contención y neutralización de sustancias y reporte inmediato a brigada interna y Protección Civil.

## RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>Elemento de Competencia I</b>
	Describir los conceptos básicos de la química, el átomo y su configuración electrónica, así como la nomenclatura de los compuestos inorgánicos y orgánicos con el fin de reconocer e identificar las evidencias de origen químico vinculadas al área forense, basándose en procedimientos científicos.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Medidas de seguridad del laboratorio, tipos de materiales, usos y utilidad.	Comprender y aplicar las medidas de seguridad, como el uso de protección personal, el manejo adecuado de sustancias químicas y los procedimientos de emergencia, asegurando un entorno seguro. A su vez, reconocer los diferentes tipos de materiales y equipos utilizados en el laboratorio, para su correcto uso con precisión y responsabilidad.

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>Elemento de Competencia II</b>
	Identificar reacciones químicas, su clasificación, métodos de balanceo, fundamentos de la estequiometría, para su aplicación en el laboratorio, así como su interacción en la química en las ciencias forenses.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 2	Reacciones químicas	Identificar y clasificar los distintos tipos de reacciones químicas mediante la observación de cambios físicos y químicos, aplicando medidas de seguridad y procedimientos técnicos básicos, con la finalidad de integrar la teoría con el quehacer experimental, promoviendo la ética y el trabajo en equipo.

## RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>Elemento de Competencia III</b>
	Analizar las características de las propiedades de diferentes tipos de soluciones, formas de expresar su concentración, teorías ácido- base (pH), así como la cinética y equilibrio químico como fundamento teórico para la química analítica y su aplicación en las ciencias forenses.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 3	Titulación de ácidos y bases	Realizar la titulación de ácidos y bases aplicando técnicas volumétricas con precisión y observando el cambio de indicador, para determinar la concentración de una disolución desconocida, respetando las normas de seguridad y relacionando su aplicación con el análisis químico forense.
Práctica No. 4	Presentación oral: Importancia y aplicación en la química forense de los instrumentos y equipos analíticos	Analizar e interpretar la importancia y aplicaciones de los diferentes instrumentos y equipos analíticos en química forense, para garantizar la obtención de datos precisos y confiables en el análisis de evidencias, contribuyendo al esclarecimiento de casos en el ámbito criminológico, apegándose a los estándares como la ISO 15189 y guías de la OMS y la OPS.



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# PRÁCTICAS

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Medidas de seguridad del laboratorio, tipos de materiales, usos y utilidad.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Comprender y aplicar las medidas de seguridad, como el uso de protección personal, el manejo adecuado de sustancias químicas y los procedimientos de emergencia, sosteniendo un entorno seguro. A su vez, reconocer los diferentes tipos de materiales y equipos utilizados en el laboratorio, para su correcto uso con precisión y responsabilidad.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

El laboratorio de química es un ámbito esencial para el aprendizaje integral de las ciencias, donde los estudiantes desarrollarán habilidades prácticas, reforzarán conocimientos teóricos y adquirirán criterios técnicos para el manejo de sustancias y equipos. Sin embargo, este entorno también presenta riesgos consustanciales, procedidos del uso de materiales frágiles, sustancias químicas y equipos de precisión o de calor. Por ello, la seguridad en el laboratorio es un matiz prioritario que debe abordarse desde el inicio de sesiones de laboratorio.

El cumplimiento de las medidas de seguridad no solo previene accidentes, si no promueve una actitud profesional y responsable del estudiante. Estas medidas incluyen el uso correcto del equipo de protección personal (EPP), como batas, lentes de seguridad, mascarillas y calzado cerrado. La comprensión de las hojas de seguridad (Fichas SDS), y la correcta disposición de residuos. Todo ello es fundamental para garantizar una práctica segura, eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

Para los estudiantes de la licenciatura en Criminología, estas competencias no solo se restringen al entorno académico, sino que son elementales para escenarios de análisis forense, preservación de evidencia y recolección de indicios. El manejo correcto del material y el conocimiento de medidas de seguridad en el laboratorio resultan claves para garantizar la integridad de la evidencia, la validez del análisis y la confidencialidad de los resultados periciales.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Equipo de protección personal (EPP).
- Probeta de vidrio de 100 mL.
- Vaso de precipitados de 250 mL.
- Pipeta volumétrica de 5 mL.
- Pipeta graduada de 5 mL.
- Termómetro de mercurio de 100 °C.
- Mechero de bunsen.
- Perilla para pipeta.
- Trípode.

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

### **Etapas #1. introducción al entorno de laboratorio de química.**

- 1) Escuchar atentamente la explicación docente sobre normas generales de seguridad.
- 2) Realizar un recorrido por el laboratorio guiado por el docente para identificar:
- 3) Rutas de evacuación.
- 4) Extintores y equipo contra incendios.
- 5) Duchas de seguridad y lavaojos.
- 6) Área de almacenamiento de reactivos.
- 7) Área de depósitos de residuos, según su clasificación.
- 8) Observar y registrar los símbolos de riesgo presentes en etiquetas y señalizaciones. (ver anexo 2).

### **Etapas #2. Uso del equipo de protección personal (EPP).**

Colocarse correctamente el equipo de protección personal, el docente brindará las indicaciones para llevarse a cabo:

- 1) Bata de laboratorio.
- 2) Lentes de seguridad
- 3) Guantes
- 4) Mascarilla (Si aplica)

### **Etapas #3. Reconocimiento y clasificación del material de laboratorio.**

En grupos pequeños, observar y manipular cuidadosamente los materiales entregados por el docente. Clasificarlos en función de:

- Su composición: Vidrio, plástico, porcelana o metal.
- Su función: Para medir, calentar, contener o transferir.

Llenar una tabla de materiales del laboratorio con el nombre, tipo, uso y precauciones de cada uno.

### **Etapas #4. Demostración guiada de manipulación segura del material de laboratorio.**

El docente realizará una demostración de:

- 1) Medición de un volumen de 100 mililitros de agua con probeta de vidrio de 100 mililitros.
- 2) Calentamiento hasta 60 °C de 100 mililitros de agua en un vaso de precipitados, utilizando un mechero de bunsen y trípode. Utilizar termómetro para el monitoreo de la temperatura del agua.
- 3) Transferencia de 5 mililitros de agua con pipeta volumétrica y/o graduada al vaso de precipitado.
- 4) Los estudiantes observarán y tomarán nota de los pasos, poniendo especial atención en: a) Técnica correcta de sujetar el material. b) Precauciones al usar el mechero. c) Limpieza de los materiales.

### **Etapas #5. Actividad práctica para los estudiantes.**

Bajo la supervisión docente, los estudiantes realizarán lo siguiente:

- 1) Realizarán una medición de volumen de agua, indicado por el docente.
- 2) Transferirán el volumen indicado de agua, con el uso de pipeta volumétrica y/o graduada.
- 3) Calentarán hasta 60 °C el volumen de agua medido en el paso 1, en un vaso de precipitado utilizando un mechero de bunsen y trípode. Utilizar termómetro para el monitoreo de la temperatura del agua.
- 4) Concluirán la actividad práctica con la limpieza de los materiales y el lugar de trabajo.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Los estudiantes realizarán los procedimientos indicados por el docente, con la técnica correcta de uso para cada material empleado en la práctica.
- Se aplicarán las medidas de seguridad durante el trabajo en el laboratorio, incluyendo el porte correcto del equipo de protección personal.
- Se identificarán los diversos tipos de materiales del laboratorio de acuerdo a la utilidad que poseen y el contexto experimental a emplear.
- El laboratorio quedará limpio, organizado y seguro.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Es el estudiante capaz de reconocer los diversos señalamientos en el laboratorio?
- ¿Reconoce la forma y el uso correcto del equipo de protección personal según la práctica a realizar?
- ¿Es capaz de identificar el tipo de material correcto a seleccionar acorde a las necesidades de la práctica?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La familiarización con equipos de emergencia, como la ducha de seguridad, el lavaojos y el extintor, refuerza la preparación para responder en situaciones críticas en el laboratorio tanto como el contexto profesional.
- La práctica demostró que el uso adecuado del equipo de protección personal, es esencial para prevenir accidentes y proteger al personal de riesgos químicos, biológicos y físicos.
- El orden y la disciplina que exige el trabajo en el laboratorio reflejan los valores fundamentales del ejercicio criminológico, como la objetividad, la ética y el respeto por el debido proceso.
- El conocimiento práctico del material y equipo de laboratorio fortalece el perfil profesional del criminólogo, haciéndolo competente para colaborar en laboratorios de criminalística o química forense.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

#### Ejercicio propuesto

**Instrucciones:** Escribe la letra que corresponde al uso principal en el paréntesis de cada material.

- | Uso principal   | Material de laboratorio   |
|---|---------------------------|
| A. Contener y calentar líquidos; permite la agitación sin derrames. | ( ) Vaso de precipitados. |
| B. Calentar sustancias con llama controlada.                        | ( ) Probeta graduada.     |
| C. Soporte para colocar tubos de ensayo en posición vertical        | ( ) Pipeta.               |
| D. Realizar reacciones químicas o contener muestras.                | ( ) Matraz Erlenmeyer.    |
| E. Medir volúmenes precisos de líquidos.                            | ( ) Tubo de ensayo.       |
| F. Evaporar sustancias o cubrir recipientes temporalmente.          | ( ) Embudo.               |
| G. Transferir líquidos con precisión milimétrica.                   | ( ) Mechero Bunsen.       |

- H. Filtrar sustancias o facilitar el trasvase sin ( ) Cristal de reloj.  
derrames.
- I. Mezclar soluciones de forma manual. ( ) Varilla de agitación.
- J. Contener líquidos de manera general; no para ( ) Gradilla.  
mediciones.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

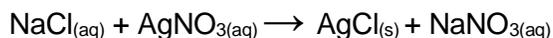
Criterios de evaluación	<p>Los aspectos a evaluar en la práctica serán los siguientes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso correcto del equipo de protección personal (EPP)</li> <li>• Desempeño</li> <li>• Presentación</li> <li>• Comportamiento</li> <li>• Material</li> <li>• Organización</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<a href="#">Rúbrica para valoración del desempeño</a>
Formatos de reporte de prácticas	<a href="#">Formato de reporte de laboratorio</a>

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Reacciones Químicas
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar y clasificar los distintos tipos de reacciones químicas mediante la observación de cambios físicos y químicos, aplicando medidas de seguridad y procedimientos técnicos básicos, con la finalidad de integrar la teoría con el quehacer experimental, promoviendo la ética y el trabajo en equipo.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Una reacción química es un proceso en el que los átomos de los reactivos se reorganizan para formar nuevas sustancias con propiedades físicas y químicas distintas. Estas transformaciones cumplen con la ley de la conservación de la masa, que establece que la masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos (Lavoisier, 1789). Las reacciones químicas se representan mediante ecuaciones químicas balanceadas, donde los reactivos se escriben a la izquierda y los productos a la derecha, separados por una flecha ( $\rightarrow$ ).

Por ejemplo:



Esta ecuación representa una reacción de precipitación, común en el análisis forense para detectar iones específicos.

Los cambios observables en una reacción química incluyen:

- Formación de un precipitado (sólido insoluble).
- Liberación de gas (presencia de burbujas).
- Cambio de color.
- Cambio de temperatura (exotérmico o endotérmico).

Estos indicadores son cruciales en el laboratorio forense para identificar sustancias o reacciones específicas.

Tipos de reacciones químicas:

1. Reacción de Síntesis (o combinación directa): Dos o más sustancias se combinan para formar un solo producto.
  - Ecuación general:  $A + B \rightarrow AB$
  - Ejemplo:  $2\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}$
2. Reacción de Descomposición: Un compuesto se descompone en dos o sustancias más simples.
  - Ecuación general:  $AB \rightarrow A + B$
  - Ejemplo:  $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. Reacción de Desplazamiento Simple: Un elemento desplaza a otro en compuesto para formar dos o más productos.
  - Ecuación general:  $A + BC \rightarrow AC + B$
  - Ejemplo:  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4$
4. Reacción de Desplazamiento Doble: Los iones de dos compuestos intercambian lugares, formando compuestos nuevos.

- Ecuación general:  $AB + CD \rightarrow AD + CB$
  - Ejemplo:  $NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$
5. Reacción de Combustión: Una sustancia reacciona con oxígeno, liberando energía en forma de calor y luz, produciendo dióxido de carbono y agua (en hidrocarburos).
- Ecuación general:  $C_xH_y + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
  - Ejemplo:  $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Pinzas para crisol.
- Mechero de alcohol.
- 2 gramos de Bicarbonato de sodio ( $NaHCO_3$ ). (Ver anexo 4).
- 3 tubos de ensayo.
- Tiras de magnesio.
- 1 pinza para tubo de ensayo.
- 1 gradilla.
- 1 pipeta volumétrica de 10 mL.
- 10 mL de solución de sulfato de cobre ( $CuSO_4$ , 0.1 M). (Ver anexo 4).
- 1 clavo de hierro de limpio.
- 5 mL de solución de cloruro de sodio ( $NaCl$ , 0.1 M). (Ver anexo 4).
- 5 mL de solución de nitrato de plata ( $AgNO_3$ , 0.1 M). (Ver anexo 4).
- Cronómetro.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

#### **Etapas #1: preparación inicial para la práctica.**

1. Asistir al laboratorio con bata, guantes y lentes de seguridad.
2. Escuchar la introducción a la práctica por parte del docente, sobre los tipos de reacciones químicas y las normas de seguridad específicas para el trabajo experimental de la práctica.
3. Leer detenidamente la hoja de seguridad de los reactivos antes de iniciar.

#### **Etapas #2: identificación y clasificación de reacciones.**

Se realizarán 5 distintos ensayos para observar y clasificar tipos de reacciones químicas según sus características.

- **Ensayo 1: Reacción de síntesis.**

1. Sujetar una tira de magnesio con las pinzas.
2. Encender el mechero de alcohol y acercar la tira de magnesio a la llama.
3. Observar el intenso brillo y el residuo blanco que resulta de la reacción (óxido de magnesio).
4. Anotar en la bitácora de laboratorio las observaciones realizadas.

- **Ensayo 2. Reacción de descomposición.**

1. Pesar 2 g de bicarbonato de sodio ( $NaHCO_3$ ) y colocarlo en un tubo de ensayo.
2. Sujetar con una pinza para tubo de ensayo y calentar suavemente con el mechero de alcohol hasta observar burbujas de dióxido de carbono ( $CO_2$ ).
3. Observar y realizar anotaciones en la bitácora de laboratorio.

- **Ensayo 3. Reacción de sustitución simple.**

1. Medir 10 mL de solución de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ , 0.1 M) con una pipeta volumétrica y colocarla en un tubo de ensayo.
  2. Introducir un clavo de hierro limpio y cronometrar 5 minutos.
  3. Anotar las observaciones realizadas en la bitácora.
- **Ensayo 4. Reacción de sustitución doble.**
    1. Medir 5 mL de solución cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ , 0.1 M) y 5 mL de solución de nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ , 0.1 M) con pipeta volumétrica.
    2. Mezclar en tubo de ensayo y observar la formación de un precipitado blanco ( $\text{AgCl}$ ).
    3. Anotar observaciones en la bitácora de laboratorio.

### Etapa #3. Limpieza y cierre.

- **Limpieza de materiales:**
  - Lavar los materiales de vidrio con detergente y agua destilada.
  - Secar con papel absorbente o dejar en rejillas de secado.
- **Limpieza de la mesa de trabajo:**
  - Limpiar la superficie de la mesa con orden y precauciones.
  - Secar la mesa con papel absorbente.
- **Eliminación de desechos:**
  - Desechar los residuos químicos en contenedores específicos.
  - Sellar las bolsas de los desechos químicos y coordinar su eliminación según las normativas.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Los estudiantes identificarán correctamente los 4 tipos de reacciones químicas realizadas durante la práctica mediante la observación de cambios físicos y químicos.
- Los estudiantes demostrarán competencia en el uso de instrumentos como, la balanza analítica para pesar reactivos y pipetas volumétricas para medir volúmenes.
- Todos los estudiantes utilizarán el equipo de protección personal durante toda la práctica, garantizando la seguridad personal y la integridad de las muestras.
- Los desechos químicos y materiales desechables, se clasificarán y desecharán en contenedores específicos, cumpliendo con las normativas de seguridad.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Es el estudiante capaz de identificar correctamente los 4 tipos de reacciones químicas realizadas durante la práctica?
- ¿Demuestra competencia el estudiante en el uso de instrumentos y porte correcto del equipo de protección personal?
- ¿Logra identificar el contenedor específico para residuos químicos según los empleados durante la práctica?

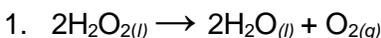
### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Comprender los distintos tipos de reacciones químicas permite al criminólogo identificar procesos relevantes en escenarios forenses, como la oxidación de metales, la descomposición de tejidos o los agentes corrosivos empleados en una agresión.
- La experiencia en el laboratorio fortalece la confianza y criterio profesional del estudiante,

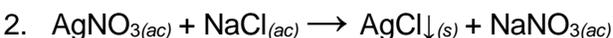
- preparándolo para afrontar procedimientos técnicos en laboratorios de criminalista reales
- El trabajo en equipo y el respeto por las normativas de seguridad, crean un ambiente de trabajo responsable que reflejan, las condiciones reales en el ámbito laboral.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

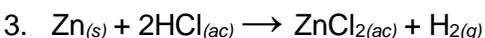
I. Escribe el tipo de reacción (Síntesis, descomposición, sustitución simple, sustitución doble o combustión) según las siguientes ecuaciones químicas:



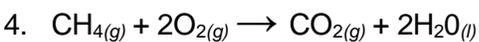
Tipo de reacción: \_\_\_\_\_



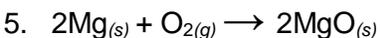
Tipo de reacción: \_\_\_\_\_



Tipo de reacción: \_\_\_\_\_



Tipo de reacción: \_\_\_\_\_



Tipo de reacción: \_\_\_\_\_

II. Contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Por qué es importante que el criminólogo logre identificar una reacción química durante el análisis de indicios?

\_\_\_\_\_

2. ¿Qué medidas de seguridad aplicaste durante la práctica de laboratorio sobre reacciones químicas?

\_\_\_\_\_

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

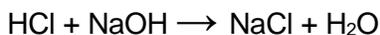
Criterios de evaluación	<p>Los aspectos a evaluar en la práctica serán los siguientes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia puntual y con el equipo de protección personal completo.</li> <li>• Respeto por las normas de seguridad y prohibiciones.</li> <li>• Correcta identificación y manipulación del material y reactivos.</li> <li>• Ejecución ordenada y segura de cada ensayo experimental</li> <li>• Descripción clara y completa de los cambios físicos y químicos observados.</li> <li>• Clasificación correcta del tipo de reacción en cada ensayo.</li> <li>• Eliminación adecuada de residuos químicos.</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<a href="#">Rúbrica para valorar el desempeño</a>
Formatos de reporte de prácticas	<a href="#">Formatos para reporte de práctica</a>

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Titulación de ácidos y bases
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Realizar la titulación de ácidos y bases aplicando técnicas volumétricas con precisión y observando el cambio de indicador, para determinar la concentración de una disolución desconocida, respetando las normas de seguridad y relacionando su aplicación con el análisis químico forense.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

La titulación ácido-base es una técnica analítica fundamental en química, que permite determinar la concentración de una solución ácida o básica desconocida, mediante la reacción de con una solución de concentración conocida (valorante).

Según la teoría de Arrhenius, un ácido es una sustancia que libera iones hidrógeno ( $H^+$ ) en solución acuosa, mientras que una base libera iones hidróxido ( $OH^-$ ). Mientras que, la teoría de Brønsted-Lowry amplía esta definición, considerando un ácido como un donador de protones y una base como un aceptor de protones. En una reacción de ácido-base, el ácido reacciona con la base para formar agua y una sal, en un proceso conocido como neutralización:



El pH es un valor utilizado con el objetivo de medir la alcalinidad (base) o acidez de una sustancia determinada, indicando el porcentaje de iones hidrógeno que encontramos en ella.

$$pH = -\log[H^+]$$

Un valor de pH igual a 7 indica neutralidad, menor a 7 indica acidez, y mayor a 7 indica basicidad o alcalinidad. En la titulación, el punto de equivalencia ocurre cuando la cantidad de ácido y base es estequiométricamente equivalente, resultando en una solución neutra ( $pH \approx 7$  para ácidos y bases fuertes).

Principio de la técnica titulación ácido – base.

La titulación ácido-base es un método volumétrico que utiliza una solución de concentración conocida (valorante) para determinar la concentración de una solución desconocida (analito). La reacción se monitorea hasta alcanzar el punto de equivalencia, donde el número de moles de ácido es igual número de moles de base:

$$n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$$

La relación estequiométrica se calcula usando la fórmula:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

Donde:

- $M_1$ : Molaridad del valorante
- $V_1$ : Volumen del valorante usado.
- $M_2$ : Molaridad del analito (desconocida).
- $V_2$ : Volumen del analito.
- 

**Indicadores de pH.**

Los indicadores de pH son sustancias que cambian de color según el pH de la solución, permitiendo detectar el punto de equivalencia. La fenolftaleína es comúnmente usada en titulaciones de ácidos fuertes con bases fuertes, ya que:

- Es incolora en soluciones ácidas ( $\text{pH} < 8.2$ )
- Se torna rosa en soluciones básicas ( $\text{pH} > 8.2$ )

Otros indicadores, como el papel pH o un medidor de pH, pueden usarse para confirmar el punto de equivalencia. La elección del indicador depende del rango de pH esperado en el punto de equivalencia (por ejemplo:  $\text{pH} \approx 7$  para  $\text{HCl} + \text{NaOH}$ ).

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Los materiales y equipos utilizados en esta práctica están seleccionados por su precisión y seguridad en el análisis:

- Bureta de 50 mL.
- Pipeta volumétrica de 25 mL.
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL
- Pinza para bureta.
- Balanza analítica.
- Indicadores: Fenolftaleína y papel pH para detectar el punto de equivalencia.
- Reactivos: Soluciones de NaOH (0.1M), HCl (concentración desconocida), agua destilada.
- Equipo de protección personal (EPP): Bata, guantes de nitrilo y lentes de seguridad.
- Listado detallado del equipo, instrumentos, materiales y reactivos necesarios para el desarrollo de la práctica.
- Especificación de cantidades y características relevantes para la práctica.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

El montaje del equipo para la titulación ácido-base es diseñado para garantizar mediciones precisas y un procedimiento seguro. A continuación, se describe el montaje:

- Soporte universal: Sostiene la bureta verticalmente mediante una pinza para bureta.
- Bureta de 50 mL que contiene la solución valorante (ejemplo: NaOH 0.1 M), con una llave de paso para controlar el flujo. La bureta está calibrada para lecturas precisas ( $\pm 0.1$  mL) y deben enjuagarse con el valorante antes de llenarla.
- Pipeta volumétrica de 25 mL: Mide un volumen exacto de la solución analito (ejemplo: HCl de concentración desconocida) y lo transfiere al matraz Erlenmeyer.
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL: Contiene el analito y el indicador (Fenolftaleína), permitiendo la agitación durante la titulación.
- Indicador: Se añaden 2-3 gotas de fenolftaleína al analito para detectar el punto de equivalencia (cambio de incoloro a rosa).
- Papel blanco: Se coloca bajo el matraz para facilitar la observación del cambio de color.
- La solución se mezclará manualmente o con un agitador magnético si está disponible.
- Recipiente de desechos: Para recoger soluciones residuales y neutralizarlas antes de su eliminación.
- Para un montaje del equipo ver el anexo 5.

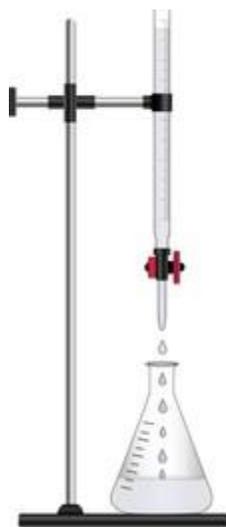


Diagrama sobre el montaje del equipo para titulación ácido-base

### RESULTADOS ESPERADOS

Determinación precisa de la concentración por titulación:

- Los estudiantes determinarán la concentración molar de una solución ácida o básica desconocida, utilizando la ecuación:

$$M_2 = \frac{M_1 V_1}{V_2}$$

- Se observará el punto de equivalencia mediante el cambio de color del indicador (fenolftaleína de incoloro a rosa), con una transición clara y persistente tras agitar el matraz.
- Se realizarán al menos dos titulaciones por muestra, obteniendo un promedio del volumen valorante (20-25 mL de NaOH 0.1 M).
- Ejemplo esperado: Si se utilizan 25 mL de HCl desconocido con 20.5 mL de NaOH 0.1 M, la concentración calculada será aproximadamente 0.082), validando la precisión del procedimiento.

Cumplimiento de Normas de seguridad.

- Todos los estudiantes utilizarán el equipo de protección personal (EPP) durante toda la práctica.
- Los estudiantes demostrarán conocimiento de los equipos de emergencia, sin incidentes reportados durante la práctica.
- En todo momento se apegarán a los lineamientos de calidad como la ISO15189, guías de la OMS y la OPS adaptados al contexto laboratorio de ciencias en institución educativa.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Validación de la precisión en las mediciones.

Guía: Compara los volúmenes del valorante usados en las repeticiones, para evaluar la consistencia de las mediciones. Calcula el volumen promedio y la desviación estándar para verificar la precisión.

Preguntas:

- ¿Cuáles fueron los volúmenes iniciales y finales de la bureta en cada repetición? (Ejemplo: Repetición 1; 0.0 mL a 20.5 mL: Repetición 2: 0.0 mL a 20.07 mL).
- ¿Cuál es el volumen promedio del valorante usado?
- ¿La diferencia entre las repeticiones es menor a 0.2 mL? Si/No ¿Qué podría haber causado la variación?

## 2. Interpretación del punto de equivalencia.

Guía: Analiza el cambio de color del indicador para confirmar que el punto de equivalencia fue alcanzado correctamente. Relaciona el pH observado con la teoría.

- ¿El cambio de color del indicador (de incoloro a rosa, en este caso) fue claro y persistente tras agitar el matraz? Si no, ¿Qué pudo haberlo afectado?
- ¿La adición del valorante fue lo suficientemente lenta cerca del punto de equivalencia? Si no, ¿Cómo podría alterar los resultados?

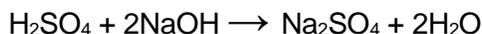
## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. Esta práctica resalta la importancia de la precisión y la técnica en la preparación de pruebas químicas, competencias trascendentales para un criminólogo que busca garantizar la validez de una investigación.
2. Nos invita a valorar la química analítica como una herramienta clave, para la resolución de casos forenses, donde la correcta determinación de concentraciones de diferentes soluciones podría revelar detalles críticos en una investigación.
3. Nos enseña que la observación cuidadosa y la interpretación crítica de datos, son tan importantes como la habilidad técnica para llevar a cabo procedimientos de laboratorio.
4. Refuerza la necesidad de mantener altos estándares de seguridad y ética, al trabajar con reactivos químicos. Considerando tanto la integridad del estudiante como la responsabilidad frente a la evidencia química.

## ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Resuelve los siguientes ejercicios:

1. Se tiene una muestra de 25 mL de HCl cuya concentración es desconocida. Para neutralizarla, se utilizan 30.5 mL de una disolución de NaOH 0.1 M.
  - a) Determina la concentración HCl.
  - b) Explica qué representa el punto de equivalencia en esta titulación.
2. Un análisis de un residuo corrosivo y desconocido en la escena del crimen, se determina que 10 mL de muestra requieren 12.5 mL de una disolución valorante de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.05 M para neutralizarse. Se tiene la sospecha que dicho residuo desconocido corresponde a sosa caustica (NaOH) utilizado en este caso para borrar evidencia. Por lo que se propone la siguiente reacción:



Pregunta: ¿Cuál es la concentración en moles del residuo desconocido?

## EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

<p>Criterios de evaluación</p>	<p>Los criterios de evaluación para la presente práctica son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación y seguridad en el laboratorio.</li> <li>• Montaje y manejo del equipo</li> <li>• Ejecución de la titulación</li> <li>• Observación e identificación del punto de equivalencia</li> <li>• Registro y análisis de los datos</li> <li>• Interpretación de los resultados.</li> <li>• Actitud y colaboración en el equipo de trabajo.</li> </ul>
<p>Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño</p>	<p><a href="#">Rúbrica para valorar el desempeño</a></p>
<p>Formatos de reporte de prácticas</p>	<p><a href="#">Formato de reporte de prácticas</a></p>

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	Presentación oral: Importancia y aplicación en la química forense de los instrumentos y equipos analíticos
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Analizar e interpretar la importancia y aplicaciones de los diferentes instrumentos y equipos analíticos en química forense, para garantizar la obtención de datos precisos y confiables en el análisis de evidencias, contribuyendo al esclarecimiento de casos en el ámbito criminológico, apegándose a los estándares como la ISO 15189 y guías de la OMS y la OPS.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

La química forense es una disciplina que aplica los principios, los métodos y las herramientas de la química analítica para la identificación, caracterización y comparación de evidencias en el ámbito legal. Y el éxito de esta tarea depende en gran medida de la selección y utilización adecuada de instrumentos y equipos analíticos que proporcionen datos fiables, reproducibles y jurídicamente válidos.

Este análisis se enfoca en la importancia y aplicación de ocho técnicas específicas:

1. Cromatografía de capa fina (TLC)
  - Importancia: Es una técnica rápida que separa los componentes de una mezcla, basada en su afinidad con una fase estacionaria (por ejemplo: sílice) y móvil (solvente). Su simplicidad la hace ideal para el cribado preliminar en laboratorios forenses.
  - Aplicación: separa sustancias o colorantes en fibras textiles. Por ejemplo: TLC puede distinguir entre tipos de anfetaminas en una muestra de polvo confiscado comparando sus valores de  $R_f$  con estándares.
  - Relevancia forense: Sirve como herramienta inicial para priorizar análisis más complejos, ahorrando tiempo en investigaciones.
2. Microscopía electrónica de barrido (SEM)
  - Importancia: Proporciona imágenes de alta resolución y análisis elemental de partículas microscópicas, detectando elementos en concentraciones de partes por millón (ppm).
  - Aplicación: Examina residuos de disparos, polvo de explosivos o fibras. Por ejemplo, SEM puede identificar partículas de nitrato en un residuo de bomba casera.
  - Relevancia forense: Vincula evidencias físicas con sospechosos o escenas, ofreciendo pruebas visuales y químicas detalladas.
3. Espectrometría infrarroja (IR)
  - Importancia: Analiza la absorción de radiación infrarroja para identificar grupos funcionales en moléculas orgánicas e inorgánicas con alta especificidad.
  - Aplicación: Identifica polímeros en plásticos. Pinturas en vehículos o residuos explosivos. Por ejemplo, IR puede diferenciar TNT de otros nitrocompuestos por sus picos característicos.
  - Relevancia forense: Permite comparación con bases de datos forenses, siendo clave en la identificación de materiales desconocidos.
4. Espectrometría (general)
  - Mide la interacción de la materia con la radiación electromagnética, identificando compuestos por sus patrones espectrales. Incluye técnicas como UV-Vis y fluorescencia.
  - Aplicación: Detecta pigmentos en documentos falsificados o trazas de sangre mediante fluorescencia. Por ejemplo, un espectrofotómetro UV-Vis puede confirmar la presencia de hemoglobina en una mancha.

- Relevancia forense: Apoya en los análisis no destructivos de evidencias como pinturas o tejidos.
5. Microscopía de Raman
- Importancia: Utiliza el efecto Raman para analizar la dispersión de luz, identificando moléculas sin dañar la muestra, con alta sensibilidad a compuestos orgánicos.
  - Aplicación: Analiza pigmentos en arte falsificado, drogas o explosivos en superficies. Por ejemplo, puede detectar trazas de RDX en un fragmento de vidrio.
  - Relevancia forense: Ideal para el análisis in situ o de muestras pequeñas, preservando la evidencia para estudios adicionales.
6. Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)
- Importancia: Separa y cuantifica componentes de mezclas complejas en fase líquida con alta resolución y sensibilidad (ng/mL), ideal para el análisis cuantitativo.
  - Aplicación: Mide concentraciones de fármacos en sangre (por ejemplo: en un caso de sobredosis) o pesticidas en alimentos envenenados.
  - Relevancia forense: Esencial en toxicología forense para determinar dosis letales con precisión y concentración de indicios líquidos en la escena del crimen.
7. Cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC-MS)
- Importancia: Combina la separación de compuestos volátiles (GC) con la identificación por masas (MS), ofreciendo alta sensibilidad y especificidad.
  - Aplicación: Detección y cuantificación de drogas, acelerantes en incendios o alcohol en sangre. Por ejemplo, GC-MS puede identificar etanol a 0.08% en una muestra de aliento.
  - Relevancia forense: Es el estándar de oro para el análisis toxicológico y de incendios, proporcionando perfiles químicos únicos.
8. Espectrometría de masas de plasma acoplado por inducción (ICP-MS)
- Importancia: Analiza elementos metálicos y no metálicos en concentraciones trazas (partes por trillón, ppt), con alta precisión y capacidad multielemental.
  - Aplicación: Detecta y cuantifica metales pesados en venenos o balas. Por ejemplo, mediante ICP-MS puede cuantificar 10 ppt de mercurio en un pelo.
  - Relevancia forense: Crucial en envenenamientos y balística, vinculado a elementos de fuentes específicas.

## MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

### Material de apoyo.

Preparar diapositivas con:

- Nombre y principio de cada técnica.
- Imágenes del equipo y su aplicación en casos forenses.
- Beneficios e importancia en la investigación criminológica.
  - Cañón o proyector.
  - Equipo de cómputo.
  - Apuntador.

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Estructura de la presentación:

### **Etapas #1. Introducción.**

- Explicar qué es la química forense y su importancia en la investigación de delitos.
- Mencionar que la presentación abordará equipos analíticos clave para esta disciplina.

### **Etapas #2. Desarrollo:**

- Breve definición y principio de operación.
- Aplicación específica en química forense
- Ejemplos prácticos (casos ilustrativos para mantener la conexión con la criminología).

### **Etapas #3. Conclusión:**

- Resaltar la importancia de la química forense basada en herramientas analíticas para obtener conclusiones científicas y fiables.
- Reflexionar sobre la responsabilidad del criminólogo al interpretar estos análisis.

## RESULTADOS ESPERADOS

1. Dominio de conceptos clave:
  - El estudiante demostrará la comprensión clara de la importancia y funcionamiento de cada equipo analítico utilizado en química forense, expresándola en un lenguaje claro y comprensible.
2. Capacidad de relacionar teoría y práctica:
  - El estudiante establecerá vínculos entre el equipo analítico y su aplicación en contextos forenses, utilizando ejemplos o casos para mostrar la relevancia de cada técnica.
3. Comunicación eficaz y estructurada:
  - El estudiante organizará la presentación de forma lógica, empleará el material de apoyo claro y responderá de forma adecuada las preguntas planteadas.
4. Comprensión crítica de la utilidad forense de la instrumentación analítica:
  - El estudiante expresará de manera crítica cómo estos equipos contribuyen al análisis de evidencias, al esclarecimiento de casos y al fortalecimiento de la investigación criminal.
5. Actitud profesional y ética en la presentación:
  - El estudiante mostrará seguridad al presentar, respetará normas de comunicación, utilizará el lenguaje técnico adecuado y evidenciará una actitud de responsabilidad y ética en el manejo de la información científica.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Se analizará si los estudiantes fueron capaces de explicar de manera clara y concisa que es cada instrumento, para que se utiliza y cómo contribuye el análisis de pruebas en contextos criminológicos.
2. Se observará si los estudiantes mostraron habilidad para vincular cada equipo analítico con casos escenarios concretos en la investigación forense.
3. Se revisará si la presentación estuvo bien organizada, con un lenguaje técnico apropiado para la audiencia y un ritmo claro que facilitara la comprensión.
4. Se evaluará si el estudiante utilizó correctamente las diapositivas, esquemas o videos para presentar los principios y usos de cada instrumento analítico.

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La química forense, apoyada de instrumentos y equipos analíticos especializados, representa un pilar clave para garantizar la exactitud, reproducibilidad y validez de los resultados en investigaciones criminales.
- El conocimiento de técnicas analíticas avanzadas brinda al estudiante herramientas para interpretar y valorar la evidencia química en contextos forenses, fortaleciendo su preparación para colaborar en la procuración de la justicia.
- El aprendizaje de estos equipos no solo garantiza un adecuado análisis de muestras, sino que también contribuye a garantizar la preservación de la cadena de custodia.
- El crecimiento de la química forense y la evolución de la instrumentación analítica, hacen necesario que los criminólogos adopten una actitud de actualización permanente, adaptada a los desafíos tecnológicos actuales.

Relación con la teoría y aplicación en el campo profesional

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Contesta el siguiente cuestionario.

1. ¿Cuál de los siguientes instrumentos se utiliza principalmente para cuantificar fármacos en sangre?
  - a) TLC
  - b) HPLC
  - c) SEM
  - d) RamanJustifica la respuesta:
2. La espectrometría infrarroja (IR) puede identificar explosivos como TNT por sus picos característicos.
  - a) Verdadero
  - b) FalsoJustifica la respuesta:
3. ¿Qué instrumento es el estándar de oro para detectar drogas volátiles como metanfetaminas?
  - a) ICP-MS
  - b) GC-MS
  - c) TLC
  - d) IRJustifica la respuesta:
4. ¿Qué instrumento se usaría para detectar metales pesados como arsénico en caso de envenenamiento?
  - a) HPLC
  - b) ICP-MS
  - c) SEM
  - d) TLCJustifica la respuesta:
5. La microscopía electrónica de barrido (SEM) puede analizar la composición elemental de residuos de disparos
  - a) Verdadero
  - b) FalsoJustifica la respuesta:

6. Describe un ejemplo de caso forense donde la cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC-MS) se utilice e indica el tipo de evidencia analizada:

**EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE**

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación de forma general serán los siguientes:

- Dominio del contenido
- Organización de la presentación
- Claridad y comunicación oral
- Material de apoyo utilizado
- Conexión forense

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

[Rúbrica para valorar desempeño](#)

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Chang, R., & Overby, J. (2020). *Química*. (13a ed). McGraw-Hill.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., & García Hernández, A. E. (2018). *Química: la ciencia central* (14a ed). Pearson Educación.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2015). *Fundamentos de química analítica* (; E. d. I. Mora Lugo, Trans.; Novena edición). Cengage Learning.
- Harris, D. C. (2015). *Análisis químico cuantitativo* (9a ed). Editorial Reverté.
- Sociedad Americana de Química (2020). *Lineamientos para la enseñanza y práctica de química*. American Chemical Society. <https://www.acs.org/>
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Manual de seguridad en el laboratorio*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549237>
- U.S. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (s.f.). *Manual de buenas prácticas en laboratorios*. <https://www.icms.us-csic.es/sites/icms.us-csic.es/files/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20en%20laboratorios.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2021). *Guía para la elaboración de manuales de laboratorio*. <https://www.paho.org/es/documentos/quia-elaboracion-manuales-laboratorio>

## **NORMAS TÉCNICAS APLICABLES**

NOM-018-STPS-2015: Sistema para la identificación y comunicación de peligros por sustancias químicas en los centros de trabajo.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680180/NOM-018-STPS-2015\\_09oct15.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680180/NOM-018-STPS-2015_09oct15.pdf)

NOM-005-STPS-1998: Relativa a las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

<https://asinom.stps.gob.mx/upload/noms/Nom-005.pdf>

NOM-010-STPS-2014: Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680155/NOM-010-STPS-2014.pdf>

NOM-026-STPS-2008: Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

<https://asinom.stps.gob.mx/upload/noms/Nom-026.pdf>

NOM-017-STPS-2008: Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

<https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/nom-017.pdf>

NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

<https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1291/1/nom-052-semarnat-2005.pdf>

NOM-054-SEMARNAT-1993: Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana, NOM-052-ECOL-1993.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680165/NOM-054-SEMARNAT-1993.pdf>

ISO 9001:2015 - Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos. Marco para garantizar eficiencia y calidad en todos los procedimientos del laboratorio.

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

ISO 15189:2022 – Requisitos para la calidad y la competencia de laboratorios médicos.

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:15189:ed-4:v1:es>



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

## ANEXOS

## A1. Estructura de un reporte de práctica.

Universidad Estatal de Sonora  
Licenciatura en Criminología  
Laboratorio de Química

Nombre del alumno:  
Reporte de práctica \_\_\_\_  
Objetivo:

Introducción:

Materiales y Reactivos:

Metodología:

Resultados Obtenidos:

Análisis de Resultados:

Conclusiones:

Referencias Bibliográficas.

## A2. Señalamientos comunes en un laboratorio de química.

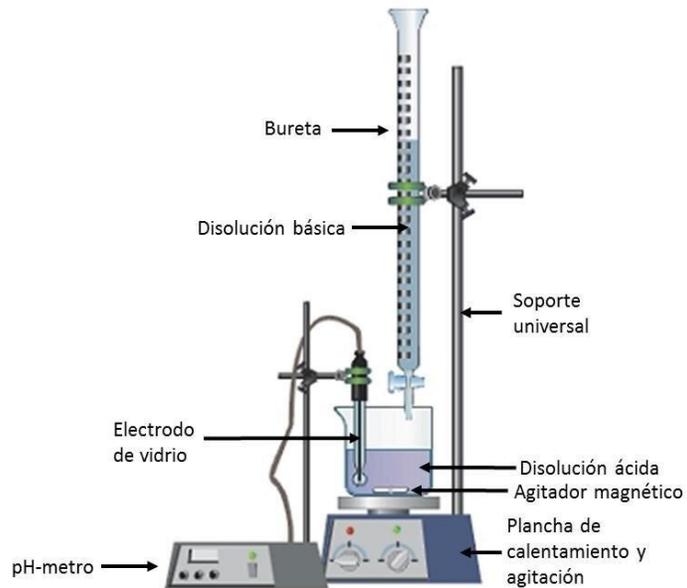


**A3. Acciones básicas en caso de emergencia en el laboratorio**

**A4. Lista de enlaces a fichas de seguridad de reactivos.**

- [Ficha de seguridad cintas de magnesio](#)
- [Ficha de seguridad de Bicarbonato de Sodio](#)
- [Ficha de seguridad del Sulfato de Cobre](#)
- [Ficha de seguridad del Nitrato de Plata](#)
- [Ficha de seguridad Ácido Clorhídrico 0.1 M](#)
- [Ficha de seguridad Hidróxido de Sodio 0.1 M](#)

**A5. Esquema de montaje del equipo de titulación.**





# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu