



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

Ing. Biomédica

Junio 16, 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

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	6
<i>Carga Horaria del alumno</i>	<i>6</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>6</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	7
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	9
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>9</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>9</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>9</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>9</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>9</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	11
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	51
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	52
ANEXOS	3

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.

El presente manual tiene como propósito guiar el desarrollo de las prácticas de laboratorio de la asignatura de Química, integrando fundamentos teóricos y metodológicos con actividades experimentales enfocadas al contexto de la Ingeniería Biomédica. Las prácticas están diseñadas para fortalecer el aprendizaje significativo de los conceptos básicos de la química y su aplicación directa en la caracterización de materiales, procesos de reacción, análisis de soluciones y fenómenos fisicoquímicos relevantes para el desarrollo de soluciones en el área de la salud.

La Química constituye un pilar fundamental en la formación del Ingeniero Biomédico, ya que permite comprender las propiedades de la materia, el comportamiento de sustancias y su transformación en condiciones controladas, lo cual es esencial para diseñar, evaluar y proponer soluciones tecnológicas aplicadas a la medicina. Este manual integra los contenidos teóricos con el trabajo experimental, fomentando el aprendizaje práctico, la observación científica, el pensamiento crítico y la aplicación de los conocimientos en problemas reales o simulados del ámbito clínico, de diagnóstico, tratamiento y diseño de dispositivos biomédicos.

El diseño de las prácticas considera además el perfil de egreso del programa académico, integrando metodologías alineadas con los estándares de desempeño profesional y fortaleciendo el desarrollo de competencias aplicadas a escenarios reales en instituciones de salud, laboratorios de investigación y ambientes de innovación tecnológica.

Este manual ha sido diseñado considerando el desarrollo integral del estudiante de Ingeniería Biomédica, incorporando competencias que promueven una formación sólida en

contextos académicos, científicos y profesionales. En el ámbito de las competencias blandas, se busca fomentar el trabajo en equipo durante las actividades experimentales, así como la comunicación efectiva oral y escrita al presentar resultados, conclusiones y reportes técnicos. Asimismo, promueve la responsabilidad y el compromiso ético en el manejo seguro de equipos y sustancias químicas, el uso autónomo de tecnologías para el registro e interpretación de datos y el fortalecimiento del pensamiento crítico para formular hipótesis, anticipar resultados y tomar decisiones fundamentadas en el laboratorio. En cuanto a las competencias disciplinares, este manual permite al estudiante identificar y analizar propiedades generales y específicas de la materia, aplicar correctamente métodos de balanceo y cálculos estequiométricos, y comprender los fundamentos de disoluciones, concentración, diluciones y solubilidad con aplicaciones reales en procesos clínicos. Además, se abordan conceptos clave de cinética y equilibrio químico orientados al diseño de sistemas biomédicos funcionales. Finalmente, las competencias profesionales se desarrollan al integrar al estudiante en prácticas orientadas al desempeño en laboratorios especializados, la selección adecuada de materiales, la implementación de metodologías analíticas y la formulación de soluciones químicas controladas. También se incluye el uso de técnicas como la conductividad eléctrica, la prueba de la flama o la determinación de velocidad de reacción, con el propósito de formar profesionales capaces de gestionar tecnología médica, identificar oportunidades de innovación y contribuir de manera efectiva en entornos de diagnóstico, tratamiento y desarrollo tecnológico en salud.

Este manual relaciona cada práctica con competencias que no solo fortalecen el conocimiento teórico-práctico, sino que van orientadas a que el estudiante pueda plantear soluciones de problemas reales del sector salud, con una visión crítica, propositiva y fundamentada en los principios de la ingeniería biomédica. La integración de estos saberes garantiza una formación pertinente, alineada al perfil de egreso, y proyectada a los desafíos actuales de la tecnología médica.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Química	
Clave	052CB068	Créditos	6
Asignaturas Antecedentes		Plan de Estudios	2020

Área de Competencia	Competencia del curso
Competencia Básica	Analizar los conceptos fundamentales de la química, las propiedades fisicoquímicas de las sustancias y las reacciones químicas que contribuyan a la construcción de una base sólida del conocimiento fundamental, de acuerdo a la Química General, para implementarlos en el ámbito de la ingeniería biomédica.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	2	2	1	7

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	Junio 16, 2025
Responsables del diseño	Esther Saucedo Monarque
Validación	Academia de Ingeniería Biomédica
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

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

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Normas de seguridad e higiene y uso de equipo de laboratorio	Conocer equipos médicos y su aplicación Gestión de tecnología médica Desempeñarse en laboratorios especializados
Propiedades extensivas de la materia	Seleccionar materiales para sistemas biomédicos Diseñar ambientes de simulación Implementar metodologías de caracterización
Propiedades intensivas de la materia (densidad)	Seleccionar materiales para sistemas biomédicos Diseñar ambientes de simulación Implementar metodologías de caracterización
Prueba de la flama propiedades de la materia	Desempeñarse en laboratorios especializados Conocer propiedades de materiales para diagnóstico
Conductividad eléctrica y enlace químico	Diseñar software especializado para interpretar propiedades moleculares Detectar oportunidades para soluciones clínicas
Reacciones químicas	Diseñar propuestas innovadoras Implementar metodologías de reacción en biomateriales
Reacciones con oxígeno (metálicos y no metálicos)	Detectar áreas de oportunidad Gestión de reacciones químicas en materiales Diseño de materiales funcionales
Determinación de coeficientes estequiométricos	Implementar metodologías cuantitativas Generar propuestas para procesos eficientes
Determinación de solubilidad	Selección de materiales Desarrollo de soluciones en medios acuosos Identificación de aplicaciones terapéuticas
Disoluciones	Propuestas eficientes en instituciones de salud Gestión de soluciones químicas Diagnóstico clínico
Diluciones	Implementar metodologías de diseño químico Control de calidad Diseño de soluciones para dosificación
Velocidad de reacción	Diseño e implementación de sistemas controlados Monitoreo de procesos químicos Innovación tecnológica
Ácido-base	Diseño de sistemas de tampones Diagnóstico y tratamiento clínico Implementación de metodologías analíticas

Equilibrio químico

Desarrollo de soluciones buffer
Control de variables químicas en tratamientos
Predicción de procesos bioquímicos

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

Asistir puntualmente a las prácticas y permanecer durante toda la sesión bajo la supervisión del docente o técnico responsable.

Queda estrictamente prohibido introducir alimentos, bebidas o dispositivos electrónicos personales no autorizados.

Mantener siempre una conducta respetuosa y responsable, tanto con las personas como con el equipo y materiales.

Se prohíbe el uso de dispositivos de reproducción de sonido o teléfonos celulares durante las prácticas, excepto si son parte del procedimiento aprobado.

No está permitido realizar experimentos que no estén incluidos en el protocolo autorizado.

Todo accidente o incidente debe reportarse inmediatamente al responsable del laboratorio

Reglamento de uniforme

Usar ropa que cubra la mayor parte de la superficie del cuerpo (no se permite, faldas, bermudas, ropa desmangada)

Usar bata de laboratorio blanca 100 % algodón, sin estampados, bien abotonada.

Calzado cerrado y antiderrapante (sin tacones, sandalias ni zapatillas).

Lentes de seguridad y guantes de nitrilo (cuando el protocolo lo exija).

Cabello recogido (especialmente si excede el largo del cuello).

No se permite el uso de joyería colgante, bufandas ni mangas amplias que comprometan la seguridad.

Uso adecuado del equipo y materiales

Todo instrumento debe ser utilizado conforme a las instrucciones del docente o protocolo.

Revisar previamente el estado de limpieza, calibración y funcionalidad del equipo.

No dejar recipientes con reactivos abiertos o sin etiquetar.

Transportar los materiales con precaución y emplear pinzas, gradillas o carritos cuando sea necesario.

Utilizar los instrumentos solo para los fines establecidos. No se permite el uso recreativo ni experimental libre del material del laboratorio.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

Identificar los residuos generados según su naturaleza: orgánicos, inorgánicos, corrosivos, tóxicos o inflamables.

Utilizar los contenedores específicos que estén debidamente etiquetados para cada tipo de residuo.

Nunca verter sustancias al drenaje sin autorización. Todos los residuos deben manejarse conforme a lo establecido por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Registrar en la bitácora correspondiente los residuos depositados, su cantidad estimada y el procedimiento aplicado.

El manejo de residuos peligrosos será supervisado por el responsable del laboratorio y su disposición final será realizada por personal autorizado.

Procedimientos en caso de emergencia

Conocer la ubicación y el funcionamiento del equipo de seguridad: regadera de emergencia, lavaojos, extintores, botiquín, ventilación y salidas de emergencia.

En caso de contacto con sustancias peligrosas, lavar de inmediato con agua abundante y notificar al docente.

En caso de incendio: cortar suministro de gas si es seguro hacerlo, evacuar la zona y seguir las instrucciones del plan interno de protección civil.

Si se rompe vidrio o se derrama una sustancia: aislar el área, advertir a los compañeros, y esperar indicaciones.

No abandonar el laboratorio durante una emergencia sin reportar al docente.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC I
	Identificar los conceptos básicos de la química que permitan reconocer las características y propiedades generales, específicas, físicas, químicas y organolépticas de la materia con base en la Química cuántica, como conocimiento previo de asignaturas posteriores.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Normas de seguridad e higiene y uso de equipo y material de Laboratorio	Reconocer las normas de seguridad, los lineamientos de comportamiento, y el uso adecuado del equipo del laboratorio de química, con la finalidad de garantizar la seguridad personal y colectiva, bajo condiciones de trabajo experimental supervisado en el laboratorio de química, desarrollando el trabajo en equipo responsable
Práctica No. 2	Propiedades de la materia	Operar instrumentos de laboratorio para la medición de volumen y masa con la finalidad de determinar la densidad de líquidos y sólidos para el análisis comparativo con valores de referencia bajo condiciones del laboratorio de química para ingeniería biomédica, con pensamiento crítico y la precisión técnica.
Práctica No. 3	Densidad	Identificar una sustancia desconocida determinando la densidad aplicando métodos experimentales virtuales con la finalidad de recrear condiciones simuladas de laboratorio digital con un pensamiento crítico.
Práctica No. 4	Prueba de la flama	Realizar la prueba de la flama con distintas sales metálicas con la finalidad de identificar cationes a partir del color característico que emiten en el desarrollo experimental en el laboratorio de

		química en condiciones controladas de seguridad y operación aplicando la observación analítica y trabajo colaborativo.
Práctica No. 5	Enlace químico	Identificar el tipo de enlace presente en diferentes sustancias, bajo condiciones controladas de laboratorio aplicando los conocimientos sobre enlaces químicos y el uso del equipo de medición de volumen y conductividad mediante el análisis de propiedades fisicoquímicas en soluciones acuosas, con la observación crítica y trabajo colaborativo

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC II
	Explicar una reacción química, sus elementos, diferentes clasificaciones, métodos de balanceo y características que permitan resolver problemas o cálculos estequiométricos según las Leyes Ponderales, en los procesos de síntesis o análisis de sustancias o materiales en el ámbito de la ingeniería biomédica.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 6	Reacciones químicas	Clasificar distintos tipos de reacciones químicas con la finalidad de identificar sus características según el comportamiento de los reactivos y productos bajo condiciones controladas de laboratorio y observación directa para el análisis de procesos químicos básicos con aplicación biomédica, con un pensamiento crítico y trabajo colaborativo.
Práctica No. 7	Reacciones de elementos metálicos y no metálicos con el oxígeno	Analizar las reacciones de elementos metálicos y no metálicos con el oxígeno con la finalidad de identificar los productos formados y clasificar el tipo de reacción bajo condiciones virtuales de simulación y observación interactiva a partir del aprendizaje de procesos químicos

		fundamentales en la formación biomédica, aplicando el uso de tecnologías digitales, pensamiento crítico y autonomía en el aprendizaje.
Práctica No. 8	Determinación de coeficientes estequiométricos	Determinar los coeficientes estequiométricos de una reacción química de precipitación para establecer la proporción de combinación entre los reactivos en condiciones experimentales simuladas usando el método de las variaciones continuas (Job) aplicando pensamiento lógico-matemático, análisis gráfico y uso responsable del equipo que complementa la formación científica básica de la ingeniería biomédica,

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Indicar EC III
	Reconocer las soluciones con base en sus características, clasificación, propiedades y unidades de concentración con base en la Química Analítica, para utilizarlas en los procesos de obtención de sustancias o materiales o en la resolución o comprensión de problemas en el ámbito de la ingeniería biomédica.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 9	Determinación de la solubilidad de una sustancia	Determinar la solubilidad de una sustancia sólida en agua con la finalidad de comprender su comportamiento fisico-químico y su utilidad en soluciones biomédicas bajo condiciones controladas de temperatura y agitación constante en el contexto del laboratorio de química aplicada a la ingeniería biomédica, desarrollando el pensamiento analítico, registro riguroso de datos y trabajo colaborativo.
Práctica No. 10	Disoluciones	Preparar soluciones con solutos líquidos y sólidos con la finalidad de aplicar cálculos estequiométricos y establecer unidades de concentración adecuadas bajo condiciones de laboratorio que requieren medición, precisión y dilución controlada en el contexto de la química general orientada a la ingeniería biomédica, a través el trabajo metódico, análisis

		cuantitativo y responsabilidad en el manejo de sustancias.
Práctica No. 11	Diluciones	Preparar disoluciones diluidas a partir de soluciones concentradas con la finalidad de ajustar la concentración deseada para su aplicación en entornos biomédicos bajo condiciones seguras de medición y cálculo estequiométrico en el contexto del uso de reactivos químicos en laboratorios virtuales y presenciales desarrollando el pensamiento analítico, el manejo responsable de sustancias y el uso competente de herramientas digitales.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Indicar EC IV
	Analizar los elementos de la cinética y equilibrio químico de acuerdo a la Fisicoquímica, para emplearse en el desarrollo o aplicación en la obtención de materiales o sustancias en el ámbito biomédico.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 12	Velocidad de reacción	Interpretar los factores que afectan la velocidad de reacción química con la finalidad de explicar la relación entre condiciones experimentales y el tiempo de transformación de los reactivos bajo condiciones simuladas y controladas de laboratorio virtual para el análisis cinético en procesos bioquímicos y biomédicos, desarrollando habilidades de razonamiento lógico, pensamiento crítico y autonomía digital.
Práctica No. 13	Ácido base	Determinar la concentración de una solución de ácido clorhídrico con la finalidad de validar su neutralización por valoración ácido-base bajo condiciones de laboratorio, realizando diluciones, medición de pH y cálculos estequiométricos en ámbito de la formación experimental en ingeniería biomédica fomentando precisión técnica, pensamiento analítico y trabajo autónomo.
Práctica No. 14	Equilibrio químico	Comprender el comportamiento de los sistemas en equilibrio químico con la finalidad de aplicar el principio de Le

		<p>Châtelier al análisis de desplazamientos inducidos por concentración, temperatura o adición de sustancias bajo condiciones de simulación virtual controlada para la aplicación de la química general en procesos biomédicos, fortaleciendo el pensamiento crítico, la capacidad de predicción y el manejo autónomo de herramientas digitales.</p>
--	--	--



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

PRÁCTICAS

NÚMERO DE LA PRÁCTICA	1
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Normas de seguridad e higiene y uso y manejo de equipo de laboratorio
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Reconocer las normas de seguridad, los lineamientos de comportamiento, y el uso adecuado del equipo del laboratorio de química, con la finalidad de garantizar la seguridad personal y colectiva, bajo condiciones de trabajo experimental supervisado en el laboratorio de química, desarrollando el trabajo en equipo responsable

FUNDAMENTO TEÓRICO

El laboratorio de química es un entorno donde los estudiantes ponen en práctica los conocimientos teóricos adquiridos. Para ello, es esencial observar estrictas normas de seguridad e higiene, reconocer y manipular correctamente el equipo y materiales, así como aplicar procedimientos seguros para el uso de sustancias químicas. El conocimiento de los riesgos y el manejo adecuado de residuos también forman parte de la formación integral.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material:

- Vaso de precipitados (50 mL y 100 mL)
- Probeta graduada (25 mL y 100 mL)
- Termómetro (0–100 °C)
- Pipeta graduada (10 mL)
- Pipeta volumétrica (10 mL)
- Balanza digital
- Piseta

Reactivos:

- Ejemplo de reactivo con Información de seguridad
- Hoja de seguridad

Equipo:

- Equipamiento del laboratorio
- Infraestructura de seguridad y señalamientos

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Parte 1: Normas y reglas de seguridad e higiene

1. Discutir sobre los objetivos de las Normas y lineamientos de seguridad que deben observarse previamente y en el transcurso el desarrollo de una práctica de laboratorio
2. Localizar la infraestructura de seguridad en el laboratorio.
3. Elaborar un croquis del laboratorio señalando equipo de seguridad.
4. Comparar la información del manual con los recursos electrónicos.
5. Revisar la guía de reporte de práctica.

Parte 2: Uso y manejo del equipo de laboratorio

1. Identificación de los principales materiales de laboratorio
2. .Para un reactivo de ejemplo identificar la etiqueta de información y su hoja de seguridad.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Revisión del Recurso de aprendizaje.
2. Croquis del laboratorio con infraestructura de seguridad.
3. Captura de pantalla del Quiz de seguridad.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué diferencias se encontraron entre la medición con probeta y pipeta?
2. ¿Cómo influye la temperatura del líquido en la medición del volumen?
3. ¿Cuál fue la desviación más alta entre los líquidos analizados?
4. ¿Qué precauciones se deben seguir al trabajar con cada tipo de reactivo?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Relacionar las medidas de seguridad con la prevención de accidentes reales.
- Destacar la importancia de la identificación correcta del equipo y su función.
- Valorar cómo el dominio de técnicas básicas de medición y densidad permite caracterizar sustancias en ingeniería biomédica.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Revisión del Objeto de Aprendizaje

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

1. Participación activa y responsable en el laboratorio.
2. Elaboración del reporte de práctica conforme a los lineamientos.

	3. Presentación del Quiz de seguridad contestado.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

	2
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Propiedades de la materia
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Operar instrumentos de laboratorio para la medición de volumen y masa con la finalidad de determinar la densidad de líquidos y sólidos para el análisis comparativo con valores de referencia bajo condiciones del laboratorio de química para ingeniería biomédica, con pensamiento crítico y la precisión técnica.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Para el desarrollo de prácticas en el Laboratorio se hace uso de diverso material, instrumento y equipo que permiten manipular, medir, sujetar, etc. los diferentes materiales o reactivos. Existen diversos materiales y equipo en el laboratorio:

- 1) Instrumento para contener.
- 2) Instrumento para medir.
- 3) Instrumento con una función específica (revolver, sujetar, soportar, etc.)
- 4) Equipo para medir
- 5) Equipo para calentar
- 6) Equipo para agitar
- 7) Equipo para centrifugar.

No sólo debe conocerse su función sino también el cuidado y normas de seguridad para su utilización.

En química la medición de los reactivos es fundamental, las magnitudes físicas son imprescindibles, principalmente el volumen y el peso.

Los líquidos pueden medirse determinando su volumen. Se utilizan cuatro instrumentos para la medida de volúmenes de líquidos: probeta, pipeta, bureta y matraz aforado.

Estos instrumentos tienen marcas grabadas en su superficie que indican volúmenes de líquidos. Para medir el volumen, el nivel del líquido se compara con las marcas de graduación señaladas sobre la pared del instrumento de medida.

Dicho nivel se lee en el fondo del menisco que se forma en el líquido. Se obtienen lecturas exactas situando el ojo a la altura del menisco. Para realizar una lectura correcta de un volumen utilizando una probeta, bureta o pipeta, es necesario que los ojos del observador estén a la misma altura que el menisco del líquido. En caso contrario la lectura será incorrecta.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Circuito eléctrico
- Vaso de precipitado de 50 mL y 100 mL
- • Probeta graduada de 25 mL y 100 mL
- • Termómetro (0-100°C)
- • Pipeta graduada de 10 mL y volumétrica de 10 mL

- Balanza digital
- Piseta
- Reactivos: Glicerol, gasolina, agua destilada, aceite para cocinar
- Sólidos: Aluminio, clavos, trozos de cobre, cloruro de sodio

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Medida de volumen con probeta.

- 1.1. Pese un vaso de precipitados de 50 mL limpio y seco.
- 1.2. Vierta agua destilada en una probeta y tome la temperatura.
- 1.3. Mida 10 mL de agua destilada en la probeta.
- 1.4. Vierta el agua en el vaso de precipitado (previamente pesado).
- 1.5. Pese el vaso conteniendo los 10 mL. de agua.
- 1.6. Elaborar un cuadro con los registros.
- 1.7. Determinar con las medidas de peso y densidad el volumen en el vaso de precipitados.
- 1.8. Elabore un cuadro con los datos y cálculos.

2. Medida de volumen con pipeta graduada.

- 2.1. Pese un vaso de precipitados de 50 mL.
- 2.2. Mida 10 mL de agua destilada utilizando la pipeta graduada.
- 2.3. Vierta el agua a un vaso de precipitados previamente pesado
- 2.4. Pese el vaso con el líquido vertido.
- 2.5. Calcular el volumen utilizando el valor de la densidad del agua a la temperatura de trabajo.
- 2.6. Elabore un cuadro con los datos y cálculos.

3. Determinación de la densidad de líquidos:

- 3.1. Pesar una probeta seca y limpia de 25 mL, pesar tres veces.
- 3.2. Verter 20 mL de agua y pesar.
- 3.3. Repetir el procedimiento para aceite, glicerol y gasolina.
- 3.4. Calcular la densidad de cada uno de los líquidos. Calcule el promedio, desviación estándar y coeficiente de variación y regístrelos en la tabla.
- 3.5. Elaboré un cuadro con los datos y cálculos.

4. Determinación de la densidad de sólidos

- 4.1. Pesar en la balanza 10 gramos de cloruro de sodio
- 4.2. En una probeta de 25 mL medir 20 mL de agua.
- 4.3. Introducir 10 gramos de cloruro de sodio a la probeta con agua.
- 4.4. Medir el volumen de la mezcla (10 gramos de cloruro de sodio+agua).
- 4.5. Calcular la diferencia de volumen.
- 4.6. Determinar con los datos de peso y volumen la densidad de cloruro de sodio
- 4.7. Elabore un cuadro con los datos y cálculos.

Alternativamente puede realizar la prácticas Utilizando el [laboratorio básico](#) del laboratorio virtual Chemcollective

RESULTADOS ESPERADOS

- Tablas de datos experimentales con volumen, masa y densidad.
- Cálculo del promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.
- Identificación de sustancias desconocidas comparando valores experimentales con referencias.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué factores afectan la exactitud de la medición de volumen?
- ¿Cómo se interpreta la desviación estándar en las mediciones?
- ¿Por qué la densidad puede utilizarse para identificar sustancias?
- ¿Qué errores pueden surgir al utilizar el método de desplazamiento de volumen?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permite desarrollar habilidades de medición y análisis de propiedades físicas como la densidad, reforzando el conocimiento teórico. Se destacan los beneficios de aplicar criterios estadísticos y de comparación para la identificación de sustancias, lo cual es esencial en procesos biomédicos de caracterización de materiales

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar tres propiedades físicas y tres químicas de los metales identificados.
- Definir ductilidad y maleabilidad con ejemplos.
- Proponer otros métodos de identificación de metales sin afectar su estructura

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte con tablas de resultados, cálculos y análisis. • Captura del ejercicio en ChemCollective • Participación en discusión grupal y presentación de conclusiones. • Lista de cotejo: uso correcto de instrumentos, cumplimiento del procedimiento, interpretación de resultados
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<ul style="list-style-type: none"> Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

	3
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Densidad
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar una sustancia desconocida determinando la densidad aplicando métodos experimentales virtuales con la finalidad de recrear condiciones simuladas de laboratorio digital con un pensamiento crítico.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La densidad es una propiedad intensiva que permite identificar sustancias al ser independiente de la cantidad de materia. Se define como la masa por unidad de volumen ($d = m/V$) y puede variar con la temperatura y presión. Su medición precisa es fundamental en química para caracterizar materiales y compararlos con estándares internacionales. Se utiliza tanto para líquidos como sólidos, empleando instrumentos como probetas, pipetas, buretas y matraces aforados, observando siempre normas de seguridad y precisión en la lectura del menisco.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Herramientas digitales:

- Computadora con conexión a internet
- Acceso a ChemCollective: <http://chemcollective.org/home>
- Acceso a PubChem: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

Instrumentos virtuales disponibles en el simulador:

- Balanza
- Probeta
- Pipeta
- Vaso de precipitados
- Líquido desconocido
- Termómetro

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Accede al sitio [ChemCollective](http://chemcollective.org)
2. Selecciona en **Resources by Topic**
3. Selecciona el tema **Stoichiometry**
4. Accede a **The Mole, Molarity, and Density**
5. Selecciona y abre la práctica interactiva:
 “Identifying an Unknown Liquid from its Density”

Dentro de la simulación:

6. Usa la balanza para determinar la masa de un volumen conocido del líquido desconocido.
7. Utiliza la probeta virtual para medir con precisión 10 mL del líquido.
8. Calcula la densidad (masa / volumen).
9. Anota los datos en una tabla.
10. Compara el valor de densidad obtenido con datos oficiales en **PubChem** para determinar de qué sustancia se trata.
11. Justifica tu elección basándote en los datos obtenidos.

RESULTADOS ESPERADOS

Tabla con masa, volumen y densidad del líquido.
 Valor estimado de la densidad en g/mL.
 Identificación del líquido con justificación científica.
 Captura de pantalla del simulador con el experimento desarrollado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Qué precisión ofrecen las herramientas del simulador?
 ¿El valor obtenido se aproxima al de algún líquido conocido?
 ¿Qué sustancias tenían densidad cercana según PubChem?
 ¿Qué tan confiable fue la metodología aplicada?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El simulador permite reproducir el análisis experimental sin riesgo físico.
 La comparación con bases científicas como PubChem fortalece la validez del experimento.
 El uso de tecnología es una herramienta clave para el aprendizaje autónomo y seguro de la química aplicada.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Realizar una búsqueda en PubChem de 3 sustancias líquidas comunes (agua, etanol, glicerina) e identificar sus densidades.
 Comparar tu líquido desconocido con esos tres y justificar si alguno corresponde.
 Investigar qué importancia tiene la densidad en aplicaciones biomédicas (p. ej., en soluciones intravenosas, contraste radiológico, etc.).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Uso correcto del simulador Precisión en cálculos de densidad Justificación razonada del líquido identificado
-------------------------	--

	<p>Participación responsable y entrega oportuna del reporte Tabla de masa, volumen y densidad Captura de pantalla del simulador Consulta en PubChem Reporte escrito con análisis y conclusión</p>
<p>Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño</p>	<p>Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio</p>
<p>Formatos de reporte de prácticas</p>	<p>Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)</p>

NÚMERO DE PRÁCTICA	4
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Prueba de la flama
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Realizar la prueba de la flama con distintas sales metálicas con la finalidad de identificar cationes a partir del color característico que emiten en el desarrollo experimental en el laboratorio de química en condiciones controladas de seguridad y operación aplicando la observación analítica y trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La prueba de la flama es una técnica cualitativa utilizada para identificar cationes metálicos (principalmente de los grupos 1 y 2 de la tabla periódica) mediante la observación del color emitido cuando la muestra es calentada en una llama.

Este fenómeno se basa en la excitación de electrones por calor, seguido por la emisión de luz visible al regresar a su estado fundamental. Cada elemento emite un color característico, por lo cual se convierte en una herramienta útil para el reconocimiento preliminar de metales en compuestos iónicos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Materiales y equipo:

- Mechero de Bunsen
- Cucharilla de ignición
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Pinzas para crisol
- Frascos cuentagotas
- Papel absorbente

Reactivos (sales):

- Cloruro de sodio (NaCl)
- Cloruro de potasio (KCl)
- Cloruro de calcio (CaCl₂)
- Cloruro de estroncio (SrCl₂)
- Cloruro de bario (BaCl₂)
- Cloruro de cobre (CuCl₂)
- Ácido clorhídrico diluido (para limpieza del alambre)
- Agua destilada

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Encender el mechero Bunsen y regular la llama hasta obtener una llama azul (zona de oxidación).

2. Limpiar la cucharilla de ignición calentándolo hasta que no dé color a la llama. Repetir enjuague con ácido clorhídrico y agua destilada.
3. Tomar una pequeña cantidad de la sal en estudio con el alambre húmedo.
4. Introducir el alambre a la zona más caliente de la llama.
5. Observar y registrar el color emitido.
6. Repetir el procedimiento para cada sal metálica, limpiando el alambre entre muestras.
7. Completar una tabla con nombre de la sal, fórmula química, color observado y catión presente.

RESULTADOS ESPERADOS

Complete la tabla con base en las observaciones

Sal metálica	Fórmula	Color de la flama	Catión identificado
NaCl	Na ⁺		Sodio
KCl	K ⁺		Potasio
CaCl ₂	Ca ²⁺		Calcio
SrCl ₂	Sr ²⁺		Estroncio
BaCl ₂	Ba ²⁺		Bario
CuCl ₂	Cu ²⁺		Cobre

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué diferencias observaste entre los colores?
- ¿A qué se deben estas diferencias a nivel atómico?
- ¿Qué dificultades tuviste para distinguir los colores?
- ¿Qué catión se identificó con mayor claridad?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La prueba de la flama permite identificar cationes metálicos de forma rápida. Es fundamental controlar la limpieza del alambre para evitar contaminación cruzada. Esta técnica tiene aplicaciones en análisis forense, control de calidad industrial y evaluación de contaminantes. El trabajo en equipo fue clave para registrar observaciones precisas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Consultar espectros de emisión de los elementos utilizados.
2. Diseñar una tabla comparativa entre prueba de la flama y espectroscopía de absorción atómica.
3. Investigar cómo se aplica esta técnica en análisis toxicológicos o dispositivos biomédicos (p. ej., sensores iónicos)

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Ejecución correcta de la técnica de limpieza y prueba Registro ordenado y confiable de los colores en la Tabla de resultados Identificación adecuada de los cationes Participación activa y responsable Fotografía de la llama
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

NÚMERO DE PRÁCTICA	5
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Enlace químico
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar el tipo de enlace presente en diferentes sustancias, bajo condiciones controladas de laboratorio aplicando los conocimientos sobre enlaces químicos y el uso del equipo de medición de volumen y conductividad mediante el análisis de propiedades fisicoquímicas en soluciones acuosas, con la observación crítica y trabajo colaborativo

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las propiedades físicas y químicas de una sustancia están determinadas por los enlaces químicos entre sus átomos. Existen enlaces iónicos, covalentes (polares y no polares) y metálicos, cada uno con distintas propiedades como solubilidad, estado físico y conductividad.

La conductividad eléctrica es la capacidad de un medio para permitir el flujo de partículas cargadas (iones o electrones). En disoluciones, la presencia de iones determina si una sustancia es un electrólito fuerte, débil o no electrólito.

Esta propiedad es importante para entender la funcionalidad de soluciones biológicas, como el plasma sanguíneo, y para analizar la compatibilidad de sustancias con dispositivos eléctricos biomédicos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Materiales de laboratorio:

2 vasos de precipitado de 100 mL
 Probeta de 100 mL
 1 escobetilla
 2 agitadores de vidrio
 2 espátulas
 2 charolas de pesaje
 Balanza digital
 Piseta

Reactivos:

- Cloruro de sodio (NaCl)
- Glucosa (C₆H₁₂O₆)
- Agua destilada
- Agua del grifo

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

I. Observación de propiedades físicas

1. Completar la tabla con la fórmula química, estado de agregación, color y punto de fusión de:

- Cloruro de sodio
- Glucosa
- Agua

II. Prueba de solubilidad y conductividad eléctrica

2. Etiquetar vasos para agua del grifo y agua destilada.
3. Verter 25 mL de cada tipo de agua en vasos etiquetados.
4. Armar el circuito eléctrico como en la Figura en el anexo
5. Probar el circuito vacío, luego sumergir en cada muestra.
6. Registrar si el foco enciende (+) o no (-).

III. Preparación de soluciones

7. Etiquetar vasos para cloruro de sodio y glucosa.
8. Pesar 3 g de cada sustancia.
9. Disolver en 25 mL de agua destilada.
10. Agitar con agitador limpio.

IV. Evaluación de conductividad

11. Colocar los electrodos del circuito en cada solución.
12. Registrar si el foco enciende y deducir el tipo de enlace:
 - Enlace iónico si conduce
 - Enlace covalente si no conduce

RESULTADOS ESPERADOS

Tabla con observaciones de solubilidad y conductividad, indicando:

- Conductividad eléctrica (+ / -)
- Tipo de enlace estimado para cada solución
- Relación entre estructura molecular y propiedades observadas

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué soluciones actuaron como conductores?
- ¿Qué tipo de enlace se deduce según la conductividad?
- ¿Por qué la glucosa, siendo soluble, no conduce electricidad?
- ¿Qué relación hay entre electronegatividad y tipo de enlace?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Las sustancias con enlace iónico se disocian y conducen electricidad (electrólitos).
Las sustancias con enlace covalente, como la glucosa, no generan iones al disolverse.
Comprender estos principios es esencial para evaluar compuestos usados en soluciones intravenosas o electrolitos en el cuerpo humano.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar: ¿Qué aplicaciones tienen los electrolitos en el cuerpo humano?

¿Cuáles son los principales electrolitos biológicos y qué ocurre en estados de deshidratación?
Realizar un cuadro comparativo entre electrolitos fuertes, débiles y no electrolitos con ejemplos biológicos

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	
Criterios de evaluación	Observación precisa y registro completo Interpretación coherente del tipo de enlace Trabajo colaborativo en la preparación y análisis Participación responsable en la experimentación Tabla con resultados y tipo de enlace
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

NÚMERO DE PRÁCTICA	6
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Reacciones químicas
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Clasificar distintos tipos de reacciones químicas con la finalidad de identificar sus características según el comportamiento de los reactivos y productos bajo condiciones controladas de laboratorio y observación directa en el contexto del análisis de procesos químicos básicos con aplicación biomédica, fomentando el pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Clasificar distintos tipos de reacciones químicas con la finalidad de identificar sus características según el comportamiento de los reactivos y productos bajo condiciones controladas de laboratorio y observación directa en el contexto del análisis de procesos químicos básicos con aplicación biomédica, fomentando la competencia blanda de pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material de laboratorio:

6 tubos de ensayo
Gradilla
Mechero de alcohol
Gotero
Vaso de precipitado de 100 mL
Agitador de vidrio

Reactivos:

- Ácido clorhídrico (HCl) 0.5 M
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.5 M
- Sulfato de cobre (CuSO_4)
- Nitrato de plata (AgNO_3)
- Sulfuro de sodio (Na_2S)
- Zinc en trozos

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

REACCIÓN 1

Con unas pinzas para crisol tome un pedazo pequeño (aproximadamente 1.5 cm) de una cinta de magnesio (Mg) y sométala a calentamiento usando un mechero.

Observe y anote en el cuadro la información correspondiente. Para plantear la ecuación, considere que el elemento está reaccionando con el oxígeno del aire para formar el óxido correspondiente.

Anote las observaciones y complete el cuadro con la orientación del docente:

Reactivos	Productos	Observaciones	Clasificación
-----------	-----------	---------------	---------------

Fórmula(s):	Fórmula(s):	Antes:	Reorganización de los reactivos y productos
Nombre(s):	Nombre(s):	Después	Comportamiento químico:
Estado agregación: de	Estado agregación: de		Comportamiento térmico: Exotérmico/endotérmico
Ecuación completa:			

REACCIÓN 2

Encienda el Mechero Bunsen con una llama oxidante

Con el tubo de ensayo debidamente etiquetado (HgO) limpio y seco, vierta una pequeña cantidad de óxido de mercurio (II) (HgO)/clorato de potasio (KClO₃)

Caliente el tubo con la llama de un mechero, usando pinzas y coloque una astilla de madera con un punto de ignición en la boca del tubo.

Anote las observaciones y complete el siguiente cuadro con la orientación del docente:

Reactivos	Productos	Observaciones	Clasificación
Fórmula(s):	Fórmula(s):	Antes:	Reorganización de los reactivos y productos
Nombre(s):	Nombre(s):	Después	Comportamiento químico:
Estado agregación: de	Estado agregación: de		Comportamiento térmico: Exotérmico/endotérmico
Ecuación completa:			

REACCIÓN 3

En el vaso etiquetado con el nombre de los reactivos (AgNO₃+Cu)

Vierta 5 mL de una solución de Nitrato de Plata al 4 % (AgNO₃)

Introduzca una pieza de cobre limpia.

Anote las observaciones y complete el siguiente cuadro con la orientación del docente:

Reactivos	Productos	Observaciones	Clasificación
Fórmula(s):	Fórmula(s):	Antes:	Reorganización de los reactivos y productos
Nombre(s):	Nombre(s):	Después	Comportamiento químico:
Estado agregación: de	Estado agregación: de		Comportamiento térmico: Exotérmico/endotérmico
Ecuación completa:			

REACCIÓN 4

En el tubo etiquetado $\text{AgNO}_3 + \text{HCl}$

Llene las dos terceras partes de un tubo de ensaye con agua destilada.

Agregue agitando dos o tres gotas de solución de Nitrato de Plata al 4 % (AgNO_3), más dos o tres gotas de ácido clorhídrico (HCl) diluido 1:4 en volumen.

Anote las observaciones y complete el siguiente cuadro con la orientación del docente:

Reactivos	Productos	Observaciones	Clasificación
Fórmula(s):	Fórmula(s):	Antes:	Reorganización de los reactivos y productos
Nombre(s):	Nombre(s):	Después	Comportamiento químico:
Estado de agregación:	Estado de agregación:		Comportamiento térmico: Exotérmico/endotérmico
Ecuación completa:			

RESULTADOS ESPERADOS

Observación de cambios físicos: liberación de gas, formación de sólidos (precipitados), cambio de color.

Registro de ecuaciones químicas balanceadas.

Tabla de clasificación de reacciones por tipo.

Discusión sobre evidencia experimental observada.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Qué evidencias indicaron que ocurrió una reacción química?

¿Cuál fue el tipo de reacción más fácil de identificar?

¿Hubo reacciones que generaron productos inesperados?

¿Qué variables pudieron afectar la visibilidad del cambio?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Las reacciones químicas pueden clasificarse mediante observación directa y conocimiento previo. Identificar patrones de reactividad es esencial para prever resultados en entornos clínicos o industriales.

El trabajo experimental permite validar conocimientos teóricos.

Este conocimiento se relaciona con la formulación de medicamentos, desinfección, y síntesis de compuestos biomédicos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar ejemplos de reacciones químicas utilizadas en análisis clínicos (pruebas de glucosa, ureasa, etc.).

Formular ecuaciones completas y netas iónicas para cada reacción observada.

Comparar con reacciones bioquímicas comunes en el metabolismo humano.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	
Criterios de evaluación	Registro completo y correcto de datos y ecuaciones Clasificación acertada de tipos de reacciones Participación activa en el laboratorio Capacidad de análisis durante la discusión de resultados Reporte con ecuaciones balanceadas
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

NÚMERO DE PRÁCTICA	7
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Reacciones con oxígeno (metálicos y no metálicos)
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar las reacciones de elementos metálicos y no metálicos con el oxígeno con la finalidad de identificar los productos formados y clasificar el tipo de reacción bajo condiciones virtuales de simulación y observación interactiva a partir del aprendizaje de procesos químicos fundamentales en la formación biomédica, aplicando el uso de tecnologías digitales, pensamiento crítico y autonomía en el aprendizaje.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las reacciones químicas pueden clasificarse en distintas categorías de acuerdo con los cambios que ocurren entre los reactivos y los productos. Algunas de las principales son:

- **Combinación:** $A + B \rightarrow C$
- **Descomposición:** $C \rightarrow A + B$
- **Desplazamiento (sustitución):** $A + BX \rightarrow AX + B$
- **Doble sustitución (metátesis):** $AX + BY \rightarrow AY + BX$
- **Oxidación-reducción (redox):** Intercambio de electrones con variación del número de oxidación

Cuando elementos metálicos o no metálicos reaccionan con el oxígeno, se forman óxidos:

- **Óxidos metálicos** (básicos)
- **Óxidos no metálicos** (ácidos)

Estas reacciones representan procesos clave en el metabolismo celular, la corrosión, la combustión, y también en aplicaciones médicas como la esterilización térmica o la formación de compuestos bioactivos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Plataforma virtual:

- Objeto de aprendizaje: [Laboratorio virtual – Reacciones de elementos metálicos y no metálicos con el oxígeno \(UNAM\)](#)

Materiales observados en la simulación (según selección):

- Tubos de ensayo
- Mechero Bunsen
- Espátula
- Pinzas
- Sustancias metálicas (Na, Mg, Fe)

- Sustancias no metálicas (S, C, P)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Ingresar al laboratorio virtual del enlace proporcionado.
2. Seleccionar la opción “**Entrar**”.
3. Revisar cuidadosamente las siguientes secciones de la plataforma:
 - a. Medidas de seguridad
 - b. Hipótesis
 - c. Material de trabajo
 - d. Preparación del experimento
 - e. Obtención de óxidos (seleccionar al menos un reactivo metálico y uno no metálico)
 - f. Verificación de resultados
 - g. Contrastación
 - h. Conclusiones

 - i. Limpieza del material
4. Anotar y organizar los materiales, sustancias e instrumentos utilizados.
5. Registrar observaciones y tomar **capturas de pantalla** como evidencia.
6. Escribir las ecuaciones químicas correspondientes.
7. Investigar el impacto de los productos formados en el área de la salud.

RESULTADOS ESPERADOS

Registro gráfico (capturas) de las reacciones realizadas
Ecuaciones balanceadas de los óxidos formados
Identificación del tipo de óxido: ácido o básico
Descripción del comportamiento observable del metal o no metal con oxígeno

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Qué diferencias observaste entre la reacción del metal y del no metal?
¿Qué evidencias permiten identificar una reacción redox?
¿Qué características tuvo el óxido resultante? ¿Es soluble? ¿ácido o básico?
¿Qué implicaciones tiene la formación de óxidos en la salud (p. ej. óxidos respirables)?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Promover el análisis del comportamiento de reacciones en particular reafirmando las bases teóricas
Comprender la formación de óxidos es clave para identificar procesos como oxidación celular, corrosión de implantes y producción de contaminantes respiratorios.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar la aplicación biomédica de óxidos metálicos como el óxido de zinc (ZnO) o el dióxido de titanio (TiO₂).

Relacionar la formación de óxidos no metálicos con problemas de salud ambiental (óxidos de azufre y nitrógeno).

Elaborar un mapa conceptual de los tipos de reacciones químicas observadas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Participación activa en la simulación virtual Registro completo de reacciones y materiales Elaboración correcta de ecuaciones químicas balanceadas Análisis e interpretación de resultados con fundamento teórico Capturas de pantalla de las reacciones simuladas
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

NÚMERO DE PRÁCTICA	8
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de coeficientes estequiométricos
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar los coeficientes estequiométricos de una reacción química de precipitación para establecer la proporción de combinación entre los reactivos en condiciones experimentales simuladas usando el método de las variaciones continuas (Job) aplicando pensamiento lógico-matemático, análisis gráfico y uso responsable del equipo que complementa la formación científica básica de la ingeniería biomédica,

FUNDAMENTO TÉCNICO

En una ecuación química, los coeficientes estequiométricos indican la proporción en la que los reactivos se combinan para formar productos. Para que la ecuación esté ajustada, debe haber el mismo número de átomos de cada elemento a ambos lados de la ecuación, cumpliendo la Ley de Conservación de la Materia.

El método de Job o de las variaciones continuas es una técnica experimental que permite determinar esa proporción exacta mezclando distintas cantidades de dos reactivos manteniendo constante su volumen total. Se mide una propiedad relacionada con la formación del producto (como el volumen o altura del precipitado) y se representa gráficamente para identificar el punto de máxima formación, desde el cual se infiere la proporción molar.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Materiales (laboratorio presencial o virtual):

- 9 tubos de ensayo limpios y secos
- Gradilla
- Bureta o jeringa graduada
- Regla milimetrada
- Reactivo 1 (1 M)
- Reactivo 2 (1 M)

Laboratorios virtuales:

- Hurtado, S. Laboratorio virtual. "[Estequiometría](#)"
- Virtual Lab Chemcollective "[Determining Stoichiometric Coefficients](#)"

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Presencial y virtual:

1. Etiquetar 9 tubos de ensayo del 1 al 9.
2. Añadir a cada uno, respectivamente: 1, 2, 3, ..., 9 mL del Reactivo 1.
3. Añadir en orden inverso 9, 8, 7, ..., 1 mL del Reactivo 2, asegurándose de no salpicar las paredes.
4. Esperar 25 minutos para que el precipitado sedimente.

5. Medir la altura del precipitado (mm o cm) con una regla graduada.
Registrar los datos en la tabla:

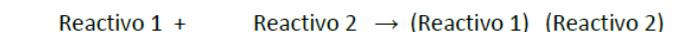
Tubo	Reactivo 1 (mL)	Reactivo 2 (mL)	Altura del precipitado (cm)
1	1.0	9.0	
2	2.0	8.0	
3	
4			
5			
6			
7			
8			
9	9.0	1.0	

6. Elaborar una gráfica de altura vs. volumen del Reactivo 1.
7. Identificar el punto de máxima altura del precipitado.
8. Determinar la proporción molar (x/y) usando:

$$\frac{x}{y} = \frac{\text{número de moles de reactivo 1}}{\text{número de moles de reactivo 2}} = \frac{M(\text{reactivo 1})V(\text{reactivo 1 "L"})}{M(\text{reactivo 2})V(\text{reactivo 2 "L"})} = \text{---}$$

Nota. Recordar convertir volúmenes a litros

9. 10. Escribir la ecuación química hipotética:



RESULTADOS ESPERADOS

Gráfica con máximo claro (altura del precipitado).
Identificación del punto estequiométrico (máxima formación de producto).
Proporción de moles entre los reactivos.
Propuesta de fórmula hipotética del compuesto formado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿En qué tubo se formó más precipitado?
¿Cuál es la proporción molar deducida?
¿Qué representa el reactivo limitante en este contexto?
¿Qué ocurre cuando uno de los reactivos está en exceso?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El método de Job permite establecer experimentalmente la relación entre reactivos sin conocer la fórmula exacta.
Las gráficas de precipitado vs. volumen muestran visualmente la proporción óptima.
Esta técnica puede aplicarse al diseño de soluciones precisas para medios biológicos o clínicos.
Refuerza el razonamiento cuantitativo y el manejo responsable del material.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Comparar los resultados obtenidos en el laboratorio presencial vs. el laboratorio virtual.
Investigar en qué áreas clínicas o farmacéuticas se aplican principios estequiométricos.
Aplicar este método para balancear otra reacción química de síntesis o precipitación.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Precisión en mediciones y elaboración de gráfica Aplicación correcta de la fórmula estequiométrica Interpretación lógica del punto estequiométrico Reporte completo con análisis estequiométrico, gráfica y ecuación hipotética Capturas de laboratorio virtual (si aplica)
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

NUMERO DE PRÁCTICA	9
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de la solubilidad de una sustancia
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar la solubilidad de una sustancia sólida en agua con la finalidad de comprender su comportamiento físico-químico y su utilidad en soluciones biomédicas bajo condiciones controladas de temperatura y agitación constante en el contexto del laboratorio de química aplicada a la ingeniería biomédica, desarrollando el pensamiento analítico, registro riguroso de datos y trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La solubilidad es la cantidad máxima de soluto que puede disolverse en una cantidad determinada de disolvente a una temperatura dada. Se expresa comúnmente en gramos por 100 mL (g/100 mL) o en mol/L (M).

Factores como la temperatura, la presión (en el caso de gases) y la naturaleza del soluto/disolvente influyen directamente en la solubilidad.

En química biomédica, conocer la solubilidad es clave para formular soluciones intravenosas, fármacos, medios de cultivo o agentes diagnósticos.

La sustancia se considera soluble si supera 10 g/100 mL, ligeramente soluble entre 1 y 10 g/100 mL e insoluble si es menor a 1 g/100 mL.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Materiales de laboratorio:

- Vasos de precipitado (100 y 250 mL)
- Varilla de agitación
- Balanza analítica
- Termómetro
- Probeta graduada (100 mL)
- Embudo y papel filtro
- Mechero de alcohol o placa calefactora

Reactivos:

- Sustancia sólida a evaluar (ej. cloruro de potasio, ácido benzoico, bicarbonato de sodio, etc.)
- Agua destilada

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Pesar aproximadamente 0.5 g de la sustancia sólida.
2. Colocar en un vaso de precipitado con 50 mL de agua destilada a temperatura ambiente.
3. Agitar durante 5 minutos. Si se disuelve completamente, añadir otro 0.5 g y repetir.
4. Continuar el proceso hasta que se observe que el soluto ya no se disuelve (saturación).
5. Medir y anotar la temperatura del sistema.
6. Filtrar el contenido para separar el exceso de soluto.
7. Pesar el filtrado evaporado o calcular la concentración aproximada por diferencia de masa.

8. Registrar la cantidad total disuelta y convertir a g/100 mL.
9. Repetir el procedimiento a otra temperatura (ej. 40 °C) si se desea comparar.

RESULTADOS ESPERADOS

Determinación de la cantidad máxima de soluto disuelto en una cantidad fija de agua.
Cálculo de la solubilidad (g/100 mL).
Observación del punto de saturación y precipitación.
Tabla de datos con masa de soluto, volumen de agua y temperatura.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Cuál fue la cantidad máxima de soluto disuelto?
¿La solubilidad varió con la temperatura? ¿Cómo y por qué?
¿La sustancia puede considerarse soluble, ligeramente soluble o insoluble?
¿Qué errores experimentales pudieron afectar la precisión?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La solubilidad depende de la temperatura y de la interacción entre soluto y disolvente.
Determinar experimentalmente la solubilidad permite diseñar soluciones eficaces y seguras.
Esta propiedad es clave para la dosificación, estabilidad y absorción de sustancias en sistemas biomédicos.
La práctica promueve habilidades cuantitativas, control de variables y observación crítica.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar la solubilidad de la sustancia usada a diferentes temperaturas y compararla con los datos experimentales.
Buscar en PubChem la solubilidad teórica y contrastarla con tus resultados.
Redactar una ficha técnica de la sustancia evaluada incluyendo sus usos en biomedicina.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Precisión en la medición de masa y volumen Registro ordenado y completo en la tabla de datos Cálculo correcto de la solubilidad y análisis crítico Participación activa y colaborativa Tabla con cantidades de soluto disuelto Reporte escrito con gráfica o tabla comparativa Conclusiones sobre el comportamiento de la sustancia Fotografías o bitácora del procedimiento
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<ul style="list-style-type: none"> Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

NÚMERO DE PRÁCTICA	10
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Disoluciones
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Preparar soluciones con solutos líquidos y sólidos con la finalidad de aplicar cálculos estequiométricos y establecer unidades de concentración adecuadas bajo condiciones de laboratorio que requieren medición, precisión y dilución controlada en el contexto de la química general orientada a la ingeniería biomédica, a través el trabajo meticuroso, análisis cuantitativo y responsabilidad en el manejo de sustancias.

FUNDAMENTO TÉCNICO

Una **solución** es una mezcla homogénea compuesta por un soluto (componente en menor proporción) disuelto en un disolvente (componente en mayor proporción). En el laboratorio, las soluciones pueden prepararse:

- **Por disolución**, al disolver un soluto en un volumen definido de disolvente.
- **Por dilución**, al reducir la concentración de una solución madre conocida mediante la adición de disolvente.

Las unidades de concentración más comunes incluyen:

- **% p/v** (peso en volumen): g de soluto / 100 mL de solución
- **% v/v** (volumen en volumen): mL de soluto / 100 mL de solución
- **% p/p** (peso en peso): g de soluto / 100 g de solución
- **Molaridad (M)**: moles de soluto / litro de solución

Estos conceptos son fundamentales en la formulación de soluciones intravenosas, medicamentos líquidos, agentes de contraste, soluciones tampón, y medios de cultivo usados en biomedicina.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material de laboratorio:

- Espátula
- Vasos de precipitados (250 mL)
- Probeta de 100 mL
- Matraces aforados (100 mL)
- Agitador de vidrio
- Pipeta graduada de 5 mL
- Perilla para pipeta
- Piseta
- Balanza digital

Reactivos:

- Cloruro de sodio
- Dicromato de potasio
- Etanol
- Ácido sulfúrico concentrado
- Agua destilada

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Preparar una solución a partir de un soluto (POR DISOLUCIÓN). Anotando las observaciones (cambios en apariencia, proceso de disolución y temperatura).

1. Solución de Cloruro de sodio

1.1. Pesar 5 gramos de cloruro de sodio sobre un vidrio de reloj en la balanza digital.

1.2. Depositar el sólido en un vaso de precipitados de 250 mL, procurando que no haya pérdidas (verter un poco de agua destilada en el vidrio de reloj para recolectar el soluto pesado).

1.3. Adicionar un poco de agua destilada (± 50 mL, es decir menos de la cantidad a aforar, en este caso menos de 100 mL) y agitar con cuidado la disolución del cloruro.

1.4. Pasar al matraz volumétrico de 100 mL. Agregar 25 mL de agua destilada al vaso de precipitado, agitar y depositar dentro del matraz volumétrico y agitar. Aforar el matraz volumétrico a 100 mL con agua destilada.

2. Solución de Etanol

2.1. Medir exactamente 25 mL de etanol en una probeta graduada.

2.2. Pasar a un matraz volumétrico de 100 mL, agregar un poco de agua destilada.

2.3. Agitar ligeramente y aforar a la marca de 100 mL con agua.

3. Solución de Ácido sulfúrico

3.1. Depositar aproximadamente 50 mL de agua en un matraz volumétrico de 100 mL.

3.2. Dentro de la campana de extracción medir 2 mL de ácido sulfúrico concentrado utilizando una pipeta graduada.

3.3. Depositar el ácido gota a gota en las paredes del matraz.

3.4. Agitar ligeramente y aforar a la marca 100 mL.

4. Dicromato de potasio

4.1. Pesar en la balanza un vaso de precipitados de 250 mL.

4.2. Tarar a cero

4.3. Pesar 1 gramo de Dicromato de Potasio dentro del vaso de precipitado.

4.4. Adicionar un poco de agua destilada y agitar hasta la disolución.

4.5. Llevar a la balanza digital y agregar lentamente agua destilada hasta llegar a un peso total de 100 gramos más el peso del vaso.

5. Efectuar los cálculos necesarios para obtener las unidades de concentración de las soluciones, en relación a p/p , v/v y p/v utilizando las fórmulas tratadas en la clase teórica (Elaborar un cuadro).
6. Determine la cantidad de moles contenidas en la disolución de Ácido sulfúrico (100mL). Considere que el ácido sulfúrico concentrado está al 98% y una densidad de 1.84 g/mL.

RESULTADOS ESPERADOS

Cuadro con tipos de solución, estado de agregación y concentración:

Nº	Disolución	Solvente	Soluto	Concentración estimada
1				
2				
3				
4				

Cálculo de cantidad de soluto en disoluciones dadas (% y volumen).
Justificación de selección de materiales para dilución.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué ventajas presenta cada tipo de disolución (%p/v, %v/v, %p/p)?
- ¿En qué casos se requiere mayor precisión al preparar disoluciones?
- ¿Cómo afecta la naturaleza del soluto a la forma de preparación?
- ¿Qué cuidados deben tenerse al trabajar con ácidos concentrados?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Las soluciones son componentes fundamentales en el trabajo biomédico.
Su correcta preparación garantiza resultados reproducibles y seguros.
El cálculo adecuado de concentraciones previene errores críticos en dosificación.
Preparar soluciones fortalece la capacidad de trabajar con precisión y responsabilidad en laboratorio.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar qué tipos de soluciones se usan en medios de contraste, sueros, desinfectantes o soluciones fisiológicas.
Consultar en PubChem las concentraciones típicas de uso del H_2SO_4 , NaCl y etanol.
Formular tres ejemplos nuevos de preparación por disolución y tres por dilución con sus cálculos.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Fotografías del proceso Cuadro de tipos de disoluciones con información completa Información de la investigación
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

NÚMERO DE PRÁCTICA	11
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Preparar disoluciones diluidas a partir de soluciones concentradas con la finalidad de ajustar la concentración deseada para su aplicación en entornos biomédicos bajo condiciones seguras de medición y cálculo estequiométrico en el contexto del uso de reactivos químicos en laboratorios virtuales y presenciales desarrollando el pensamiento analítico, el manejo responsable de sustancias y el uso competente de herramientas digitales.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las **disoluciones** pueden obtenerse por:

- **Disolución:** al disolver directamente un soluto en un disolvente.
- **Dilución:** al reducir la concentración de una solución madre (stock) mediante la adición controlada de disolvente.

Para realizar diluciones se aplica la ecuación:

$$C_i V_i = C_f V_f$$

Donde C es corresponde a los valores de la concentración y V a los del Volumen, i corresponde a la solución antes de la dilución, es decir el valor inicial y f corresponde a la solución después de la dilución, es decir el valor final. C es la unidad de concentración de la solución concentrada y V unidades de volumen (Litros o mililitros).

Las disoluciones se deben preparar y almacenar correctamente. El vidrio (Pyrex) es preferido por su resistencia química, aunque ciertos plásticos (polietileno, organofluorados) también se emplean con precaución.

Se deben tomar medidas para evitar la contaminación y el mal manejo de reactivos:

- Nunca tomar reactivo directamente del frasco madre.
- Nunca devolver reactivo sobrante.
- Disponer adecuadamente los excedentes.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Materiales (reales o virtuales):

Probeta graduada
Matraz aforado
Pipeta y perilla
Calculadora

- Tabla periódica

Disoluciones concentradas de:

- Ácido fosfórico (14.6 M)
- Ácido nítrico (15.4 M)
- Ácido clorhídrico (11.6 M)
- Hidróxido de sodio (19.0 M)
- Amoníaco (14.8 M)
- Ácido sulfúrico (17.8 M)

Laboratorio virtual:

ChemCollective – *Autograded Problems > Stoichiometry > Creating a Stock Solution.*
<https://chemcollective.org>

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Iniciar el laboratorio virtual ChemCollective.

Navegar a **Resources by Type > Autograded Problems > Stoichiometry > Creating a Stock Solution.**

Seleccionar uno por uno los siguientes retos de preparación:

1. Preparar 100 mL de H_3PO_4 2.5 M desde 14.6 M
2. Preparar 500 mL de HNO_3 1.0 M desde 15.4
3. Preparar 1000 mL de HCl 2.0 M desde 11.6 M
4. Preparar 100 mL de NaOH 2.5 M desde 19.0 M
5. Preparar 100 mL de NH_3 0.5 M desde 14.8 M
6. Preparar 500 mL de H_2SO_4 2.0 M desde 17.8 M

Para cada caso:

1. Aplicar la fórmula $C_i V_i = C_f V_f$
2. Calcular el volumen requerido de solución concentrada
3. Indicar con qué instrumento lo medirías (pipeta, probeta, etc.)
4. Anotar el valor y capturar pantalla del resultado en el laboratorio virtual
5. Escribir un breve comentario explicando el resultado obtenido

RESULTADOS ESPERADOS

Tabla de cálculos de dilución con unidades y volumen exacto de solución madre usado:

Solución final	C ₁ (M)	V ₁ (mL)	C ₂ (M)	V ₂ (mL)	Volumen de agua agregado
H ₃ PO ₄	14.6	?	2.5	100	
HNO ₃	15.4	?	1.0	500	
HCl	11.6	?	2.0	1000	
NaOH	19.0	?	2.5	100	
NH ₃	14.8	?	0.5	100	
H ₂ SO ₄	17.8	?	2.0	500	

Capturas del entorno virtual y procedimientos realizados (recuadro donde se muestra la concentración de la dilución)

Comentarios y análisis de cada caso.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué diferencias hay entre preparar disoluciones diluidas de ácidos fuertes y bases concentradas?
- ¿Qué instrumentos permiten mayor precisión en medición de volumen?
- ¿Qué cuidados se requieren al manipular soluciones concentradas?
- ¿Cómo influye la exactitud del volumen en la concentración final?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Las diluciones requieren planificación y conocimiento de relaciones estequiométricas. La aplicación correcta de la fórmula permite obtener disoluciones exactas y seguras. El uso de laboratorios virtuales complementa la formación técnica al permitir prácticas repetibles y sin riesgo. Esta habilidad es indispensable para preparar soluciones clínicas, calibrar instrumentos y realizar análisis cuantitativos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Preparar una dilución real en laboratorio presencial y compararla con la experiencia virtual. Diseñar una tabla con 3 diluciones nuevas usando otras concentraciones iniciales y finales. Investigar la preparación de soluciones tampón por dilución.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Exactitud en los cálculos aplicando la fórmula de dilución Uso adecuado de unidades y notación
-------------------------	---

	<p>Organización clara del procedimiento y evidencias Participación activa en el laboratorio virtual Tabla de cálculos de los seis casos Capturas del laboratorio virtual con nombre y fecha Comentario por cada ejercicio resuelto Respuestas escritas al cuestionario de evaluación</p>
<p>Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño</p>	<p>Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio</p>
<p>Formatos de reporte de prácticas</p>	<p>Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)</p>

NÚMERO DE PRÁCTICA	12
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Velocidad de reacción
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar los factores que afectan la velocidad de reacción química con la finalidad de explicar la relación entre condiciones experimentales y el tiempo de transformación de los reactivos bajo condiciones simuladas y controladas de laboratorio virtual para el análisis cinético en procesos bioquímicos y biomédicos, desarrollando habilidades de razonamiento lógico, pensamiento crítico y autonomía digital.

FUNDAMENTO TÉCNICO

La **velocidad de reacción** se define como el cambio en la concentración de los reactivos o productos por unidad de tiempo. Esta velocidad puede verse afectada por diversos factores:

- **Concentración de los reactivos**
- **Temperatura**
- **Presencia de catalizadores**
- **Superficie de contacto** (en reacciones heterogéneas)
- **Naturaleza de los reactivos**

La **cinética química** es una herramienta fundamental para estudiar procesos como el metabolismo celular, la descomposición de medicamentos, reacciones enzimáticas, o la liberación controlada de fármacos. En esta práctica se utilizan simulaciones interactivas que permiten visualizar la relación directa entre los factores mencionados y el comportamiento de la reacción.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Simulador virtual:

- *Reaction Rates Simulation*
- American Association of Chemistry Teachers – TeachChemistry.org
- <https://teachchemistry.org/classroom-resources/reaction-rates-simulation>

Herramientas adicionales:

- Calculadora
- Hoja de observaciones o bitácora digital
- Rúbrica de análisis
- Dispositivo para captura de pantalla

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Ingresar a la simulación virtual "Reaction Rates" en TeachChemistry.org.
2. Familiarizarse con las secciones:

3. Concentración
4. Temperatura
5. Superficie de contacto
6. Catalizadores
7. Realizar pruebas variando **un solo parámetro a la vez** y observar el efecto en la velocidad de reacción.
 - a. Iniciar con concentración: aumentar y disminuir la cantidad de reactivos.
 - b. Repetir con temperatura: comparar tiempos a diferentes valores.
 - c. Usar diferentes tamaños de partículas (superficie de contacto).
 - d. Probar con y sin catalizador.
8. Registrar los tiempos de reacción estimados o visualizados.
9. Elaborar una **tabla comparativa** con condiciones y observaciones.
10. Capturar pantalla de al menos una simulación por parámetro analizado.
11. Escribir conclusiones por cada factor.

RESULTADOS ESPERADOS

Tabla de observaciones como la siguiente:

Factor modificado	Condición inicial	Condición final	Efecto en la velocidad de reacción
Concentración	0.5 M	1.0 M	Aumenta velocidad
Temperatura	25 °C	50 °C	Aumenta velocidad
Superficie de contacto	Trozos	Polvo	Aumenta velocidad
Catalizador	Ausente	Presente	Aumenta velocidad

Evidencia gráfica (capturas) de simulaciones realizadas.

Resumen de efectos visuales y tiempos comparativos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cuál de los factores tuvo mayor impacto en la velocidad?
- ¿Qué relación existe entre temperatura y energía cinética?
- ¿Por qué el polvo reacciona más rápido que los trozos?
- ¿Cómo actúa el catalizador sin ser consumido en la reacción?
- ¿Qué aplicaciones prácticas tienen estos conceptos en medicina, bioingeniería o farmacología?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Orientadas a la verificación del efecto de distintos factores en la velocidad de reacción y su utilidad en el diseño de procesos en Ingeniería Biomédica, como la liberación de medicamentos o reacciones enzimáticas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar una reacción bioquímica cuya velocidad sea regulada en el cuerpo humano. Diseñar un experimento real hipotético para medir velocidad de reacción en laboratorio. Comparar los efectos del uso de catalizadores biológicos (enzimas) con los observados en la simulación.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

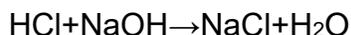
Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Compleción de la simulación y variación de los cuatro factores Precisión en la redacción de observaciones y análisis Evidencia visual clara (mínimo 4 capturas con títulos) Reflexión argumentada y relación con aplicaciones biomédicas Tabla comparativa de condiciones Capturas de pantalla por parámetro Resumen individual por factor
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<ul style="list-style-type: none"> Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

NÚMERO DE PRÁCTICA	13
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Ácido-base
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Determinar la concentración de una solución de ácido clorhídrico con la finalidad de validar su neutralización por valoración ácido-base bajo condiciones de laboratorio, realizando diluciones, medición de pH y cálculos estequiométricos en ámbito de la formación experimental en ingeniería biomédica fomentando precisión técnica, pensamiento analítico y trabajo autónomo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La **neutralización** es una reacción entre un ácido y una base que produce sal y agua. Se puede usar para **determinar indirectamente la concentración de un ácido desconocido**, agregando volumen conocido de base estándar (con concentración conocida) hasta alcanzar el punto de equivalencia.

La reacción:



Se detecta con **fenolftaleína**, un indicador ácido-base que cambia de **incoloro** (en pH ácido) a **rosado tenue** (en pH básico, alrededor de 8.2).

La ecuación para el cálculo es:

$$C_a V_a = C_b V_b$$

donde:

- C_a, V_a : concentración y volumen del ácido
- C_b, V_b : concentración y volumen de la base

Este procedimiento permite preparar una **dilución** controlada desde una solución madre, y evaluar la **concentración real de ácido** por medio de valoración volumétrica.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material de laboratorio:

Bureta de 25 mL
 Pipeta de 10 mL
 Matraz aforado de 100 mL
 3 matraces Erlenmeyer de 100 mL
 Probeta de 25 mL
 Vaso de precipitado de 100 mL

Embudo de vástago corto
Pinza para bureta, nuez, soporte universal
Piseta
Potenciómetro (opcional)
Papel indicador pH

Reactivos:

- Agua destilada
- Solución de HCl 0.5 N
- Solución de NaOH 0.1 N (estandarizada)
- Solución etanólica de fenolftaleína al 1 %

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Etiquetar el material:

- Erlenmeyer: Alícuota 1, 2 y 3
- Matraz aforado: HCl 0.1 N
- Vaso: NaOH 0.5 N

Instalación del sistema de valoración:

- Montar la bureta y preparar una hoja blanca como fondo de lectura.

Preparar solución diluida de HCl (0.1 N):

- Tomar 10 mL de HCl 0.5 N y diluir hasta 100 mL en matraz aforado con agua destilada.

Medir el pH de HCl y NaOH con papel indicador o potenciómetro.

Cargar la bureta con NaOH 0.1 N, asegurándose de eliminar burbujas.

Titulación:

- Extraer 5 mL de HCl 0.1 N con pipeta y colocar en Erlenmeyer
- Agregar 25 mL de agua destilada y 2–3 gotas de fenolftaleína
- Valorar con NaOH hasta el **punto de viraje** (rosado tenue)
- Repetir con las tres alícuotas hasta obtener valores consistentes

Registrar el volumen de NaOH usado por cada titulación.

Llenar tabla de resultados:

Alícuota	Volumen HCl (mL)	Volumen NaOH (mL)	N HCl calculada
1			
2			
3			

Calcular la normalidad promedio de HCl.

- Aplicar $C_a V_a = C_b V_b$, resolver para C_b
- Convertir a **molaridad (mol/L)**

RESULTADOS ESPERADOS

Coloración rosada tenue persistente al punto final
Coincidencia entre 2 de los 3 valores de volumen consumido de NaOH
Determinación de la normalidad y molaridad de HCl con al menos 4 cifras decimales
Comprobación del ajuste estequiométrico 1:1 (HCl:NaOH)

ANÁLISIS DE RESULTADOS

¿Cuáles fueron los valores promedio de volumen y normalidad?
¿Qué importancia tiene eliminar burbujas en la bureta?
¿Cuál es la función de la fenolftaleína y su intervalo de viraje?
¿Qué diferencia habría si se invierte el contenido entre bureta y matraz?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La **valoración ácido-base** es una técnica precisa para conocer concentraciones desconocidas.
La correcta preparación y manejo de materiales de vidrio es esencial en análisis químico.
El uso de indicadores visuales facilita la detección del punto de equivalencia.
Este procedimiento tiene múltiples aplicaciones en análisis clínico y desarrollo farmacéutico.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar el uso de titulaciones en determinaciones clínicas como acidez estomacal o análisis de sangre.
Preparar una titulación con otro ácido o base y comparar su punto de equivalencia.
Redactar una guía rápida ilustrada sobre "Cómo valorar un ácido paso a paso".

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

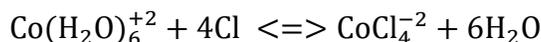
Criterios de evaluación	<p>Precisión en el uso de instrumentos volumétricos Exactitud en los cálculos y presentación de resultados Limpieza, orden y responsabilidad en el manejo de reactivos Argumentación en la sección de análisis y conclusiones Tabla de resultados y cálculos Bitácora de procedimiento Fotografías del montaje experimental</p>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p>Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio</p>
Formatos de reporte de prácticas	<p>Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)</p>

NÚMERO DE PRÁCTICA	14
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Equilibrio químico. Principio de Le Châtelier y cloruro de cobalto (simulación virtual)
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Comprender el comportamiento de los sistemas en equilibrio químico con la finalidad de aplicar el principio de Le Châtelier al análisis de desplazamientos inducidos por concentración, temperatura o adición de sustancias bajo condiciones de simulación virtual controlada para la aplicación de la química general en procesos biomédicos, fortaleciendo el pensamiento crítico, la capacidad de predicción y el manejo autónomo de herramientas digitales.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El principio de Le Châtelier establece que si un sistema en equilibrio sufre una perturbación externa (como cambios en concentración, presión o temperatura), el sistema responderá para contrarrestar dicha perturbación y restablecer el equilibrio.

En esta práctica, se analiza el equilibrio de formación de complejos de cobalto(II), en el que el ion hexacuacobalto(II) $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2}$, de color rosado, reacciona con iones cloruro para formar el complejo tetrahidrocobalto(II) CoCl_4^{-2} , de color azul:



La dirección del equilibrio puede observarse directamente a través del cambio de color, y cuantificarse midiendo las concentraciones. Este sistema permite también calcular la **constante de equilibrio (K)** y analizar si la reacción es **endotérmica o exotérmica**, variando la temperatura.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Simulador virtual:

- *ChemCollective Virtual Lab*
- Enlace directo: <http://chemcollective.org/vlab/85>

Equipo requerido (virtual):

Matraz Erlenmeyer
Solución de $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ (fuente de $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2}$ (aq) y CoCl_4^{-2})
HCl (12 M)
 AgNO_3
Controles de temperatura
Opciones de propiedades térmicas y de equilibrio

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Acceso al laboratorio virtual:

- Ir a <http://chemcollective.org/vlab/85>
- Cargar la tarea: "Equilibrio químico: Complejos de cobalto"
- Cambiar el idioma a Español (ícono de mundo)

Efecto del ion Cl^- (equilibrio directo):

- Agregar 25 mL de $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$ a un matraz.
- Agregar HCl 12 M en incrementos de 1 mL hasta observar cambio de color (rosado \rightarrow azul).
- Anotar el número de adiciones (clicks) y la observación.

Efecto de eliminación de Cl^- (equilibrio inverso):

- Agregar sucesivamente nitrato de plata (AgNO_3) en incrementos de 1 mL.
- Observar el cambio del equilibrio (azul \rightarrow rosado).
- Anotar la predicción y las observaciones.

Predecir y observar efecto de nueva adición de HCl:

- Repetir el procedimiento anterior. Confirmar desplazamiento esperado.

Efecto de la temperatura:

- Acceder a propiedades térmicas del matraz.
- Cambiar temperatura entre 0°C y 99°C y observar cambio de color.
- Determinar si la reacción es endotérmica (desplaza a la derecha con temperatura) o exotérmica.

Cálculo de la constante de equilibrio (K):

- Permitir que el sistema se estabilice a 25°C .
- Registrar concentraciones de especies en equilibrio y calcular la constante de equilibrio K_c .
- Repetir el cálculo tras cambiar la temperatura y comparar valores.

RESULTADOS ESPERADOS

Tabla de perturbaciones y respuestas:

Perturbación	Predicción	Observación	Desplazamiento
Adición de HCl	Hacia productos (azul)	Cambio a azul	Derecha
Agregado de AgNO ₃	Hacia reactivos	Cambio a rosado	Izquierda
Aumento de temperatura	(a definir)	Cambio (color)	(concluir)
Disminución de temperatura	(a definir)	Cambio (color)	(concluir)

Cálculo de K a dos temperaturas.

Confirmación del tipo de reacción (endo/exo).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué evidencia visual permite confirmar el desplazamiento del equilibrio?
- ¿Cómo actúa el ion Ag⁺ sobre el equilibrio?
- ¿Qué comportamiento muestra el sistema ante el aumento de temperatura?
- ¿Cómo se relaciona el valor de K con la energía del sistema

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El principio de Le Châtelier predice correctamente la dirección de ajuste de un sistema químico.

Los colores del complejo de cobalto permiten un análisis visual inmediato.

La temperatura modifica el valor de K, indicando la naturaleza endotérmica o exotérmica del sistema.

Estas observaciones son relevantes para procesos industriales, biológicos y farmacéuticos donde intervienen equilibrios químicos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Investigar otros sistemas de equilibrio químico con indicadores visuales (como cromatos, indicadores ácido-base).

Diseñar una tabla comparativa con ejemplos de equilibrios endotérmicos vs. exotérmicos.

Relacionar este principio con sistemas fisiológicos (oxigenación de la hemoglobina, equilibrio ácido-base).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

- Registro detallado de observaciones y predicciones
- Aplicación adecuada del principio de Le Châtelier
- Cálculo correcto de la constante de equilibrio
- Tabla de predicción-observación por cada perturbación

	Capturas de simulación en al menos 3 momentos distintos Cálculos de K con justificación
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de práctica de laboratorio Rubrica de Reporte de Práctica de Laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Utilizar la Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio (Anexos)

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Brown, T., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Murphy, C. J. (2014). Química: la ciencia central. Pearson Educación.
2. Chang, R., & Goldsby, K. (2016). Química. McGraw-Hill Education.
3. Instituto Químico de Sarriá. (s.f.). ChemCollective. Carnegie Mellon University.
<http://chemcollective.org/home>
4. IUPAC. (2022). Glossary of basic terms in electrochemistry. International Union of Pure and Applied Chemistry. <https://iupac.org>
5. Kim, S., Chen, J., Cheng, T., Gindulyte, A., He, J., He, S., Li, Q., Shoemaker, B. A., Thiessen, P. A., Yu, B., & Bolton, E. E. (2023). PubChem 2023 update. Nucleic Acids Research, 51(D1), D1373–D1380. <https://doi.org/10.1093/nar/gkac956>
6. Lange, D., & Cuadros, J. (s.f.). Dilution. ChemCollective. National Science Foundation, Carnegie Mellon University & National Science Digital Library.
http://chemcollective.org/about_us/sponsors
7. Organización de las Naciones Unidas. (2017). Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). <https://unece.org/ghs-rev7-2017>
8. Padilla M., J. (2009). Manual de experimentos de laboratorio. Universidad Autónoma Metropolitana. <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/jpn/MANUAL.pdf>
9. Palucka, T., & Cuadros, J. (s.f.). ChemCollective. Carnegie Mellon University.
<http://chemcollective.org/home>
10. PubChem. (2023). PubChem Database. National Center for Biotechnology Information.
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
11. Quiza Gaytán, B. E. (s.f.). Laboratorio virtual: Reacciones de elementos metálicos y no metálicos con el oxígeno. Objetos UNAM.
http://www.objetos.unam.mx/quimica/oxigeno_mnm/index.html
12. Royal Society of Chemistry. (s.f.). Periodic Table. <https://www.rsc.org/periodic-table>
13. Saucedo M., E., & Salazar, L. N. J. (s.f.). Química general. Manual de laboratorio. Ingeniería Biomédica. Universidad Estatal de Sonora.
14. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2005). NOM-052-SEMARNAT-2005: Características, procedimiento de identificación, clasificación y listados de residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación.
15. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2015). NOM-018-STPS-2015: Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas. Diario Oficial de la Federación.
16. Taborda, M. M. E. (2013). Curso práctico de química general.
<https://ebookcentral.proquest.com>
17. Yaron, D. (2020, marzo 6). Cobalt Chloride and LeChatelier's Principle Info. ChemCollective.
<http://chemcollective.org/activities/info/85>
18. Zumbado, H. (2002). Análisis químico de los alimentos. Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana.
19. Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2007). Química. Cengage Learning.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Las prácticas de laboratorio descritas en este manual se desarrollan bajo el cumplimiento de las siguientes normativas oficiales mexicanas:

- NOM-007-STPS-2023, relativa a la seguridad e higiene en laboratorios.
- NOM-087-ECOL-SSA1-2002, para el manejo de residuos biológico-infecciosos.
- NOM-026-STPS-2008 y NOM-018-STPS-2015, en lo referente a la identificación de riesgos y sustancias químicas.
- NOM-052-SEMARNAT-2005, para la clasificación de residuos peligrosos.

Asimismo, se sugiere adoptar buenas prácticas derivadas de la norma ISO 15189:2022 y del sistema de seguridad ISO 45001:2018 para fortalecer la cultura de calidad y prevención de riesgos en el laboratorio.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

ANEXOS

Guía de Elaboración de Reportes de Laboratorio

Indicaciones y orientaciones para la elaboración de un reporte y/o informe de laboratorio

Formato general:

- Fuente: Arial, 12 puntos
- Interlineado: Sencillo
- Alineación: Justificada
- Numerar las páginas

I. PORTADA

Debe incluir todos los elementos esenciales:

- Logotipo de la institución
- Logotipo del programa educativo
- Nombre de la unidad académica
- Nombre del estudiante
- Matrícula
- Nombre de la práctica
- Datos generales: nombre del curso, nombre del profesor, fecha y lugar.

Se recomienda que la portada mantenga una disposición armoniosa y profesional.

II. TABLA DE CONTENIDO

Debe enlistar los apartados del informe con su respectiva numeración de páginas.

III. INTRODUCCIÓN

Este apartado debe proporcionar la información contextual necesaria para comprender el experimento y las razones por las que se llevó a cabo. La introducción debe responder a la pregunta:

¿Cuál es el problema que se ha estudiado?

Debe explicar de forma clara el propósito y la importancia de la práctica desde la perspectiva del estudiante, relacionándola con su carrera, la vida cotidiana y su perfil profesional.

Consideraciones importantes:

- No incluir procedimientos experimentales, resultados, ni conclusiones.
- Se pueden incluir conceptos teóricos o fórmulas relacionadas con la práctica.

Extensión:

- Mínimo: media página
- Máximo: una página
- Un párrafo de al menos 20 renglones

IV. COMPETENCIA

Se deben incluir las habilidades, destrezas o técnicas que se espera desarrollar durante la práctica.

- **Competencia general:** Refleja el propósito del laboratorio.
- **Competencias específicas:** Describen habilidades o procedimientos más precisos a alcanzar.

Nota:

Las competencias deben ser las indicadas en el protocolo de la práctica. Se permite parafrasearlas, pero no inventar otras ajenas al objetivo del experimento.

V. MARCO TEÓRICO

Puede integrarse en la introducción o desarrollarse como un apartado independiente.

Debe elaborarse con base en fuentes académicas confiables: libros, artículos científicos, revistas o sitios web especializados.

Contenido mínimo:

- Conceptos y principios básicos relacionados con la experiencia
- Ecuaciones relevantes y su explicación
- Relación con el fundamento de la práctica

Normas de citación:

- Usar normas **APA 7** para citar dentro del texto y al final del documento.
- Ejemplos:
 - *Vallejos (1999) sostiene que...*
 - *En un estudio reciente (Vallejos, 1999)...*

Evitar:

- Incluir resultados o conclusiones
- Copiar texto literal del protocolo o sitios web (parafrasear y citar)

Extensión máxima: Media página

VI. METODOLOGÍA / PROCEDIMIENTO

Contenido:

1. Listado de materiales, equipos y reactivos utilizados (según el protocolo o con ajustes realizados).
2. Descripción detallada del procedimiento, en orden cronológico.
3. Inclusión de limitaciones presentadas y ajustes aplicados.
4. Fotografías o esquemas explicativos del montaje experimental.

Sobre los equipos:

- Equipos complejos: describir nombre, modelo, capacidad, y funcionamiento.
- Equipos menores: solo se mencionan (ej. probeta, beaker, micrómetro).

Redacción:

- En tiempo pasado y tercera persona (impersonal).
Ejemplo: *“Se llevó a cabo la extracción líquido-líquido mediante un embudo de separación”*

Importante:

No se deben incluir resultados ni interpretaciones en esta sección.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presenta los datos obtenidos durante la práctica, acompañados de su análisis e interpretación.

Recomendaciones:

- Organizar los datos en cuadros, tablas o gráficas con títulos claros y unidades bien definidas.
- Comparar los resultados con fuentes teóricas consultadas.
- Identificar aciertos, errores y limitaciones del procedimiento.
- Incluir figuras numeradas (título al pie) y tablas numeradas (título en la parte superior).

Análisis:

- Relacionar causas y efectos, comparar con prácticas previas si es pertinente.
- Comentar errores sin que estos sean el eje central del análisis.
- Evitar redacciones redundantes al referirse a tablas o gráficos.

Correcto: “Los niños nicaragüenses presentan deficiencia de vitamina A (ver Cuadro 1).”

Importante:

- No extenderse en descripciones innecesarias.
- Apoyar los análisis en fundamentos teóricos y referencias citadas.

VIII. CONCLUSIONES

Las conclusiones deben derivarse exclusivamente de los resultados obtenidos en el laboratorio.

Estructura sugerida:

1. Conclusiones relacionadas con las competencias planteadas.
2. Conclusiones adicionales basadas en observaciones significativas.

Evitar:

Confundir resultados con conclusiones o incluir opiniones personales no fundamentadas.

IX. LISTA DE REFERENCIAS

Listado completo de las fuentes consultadas, siguiendo el formato de **citación APA 7**.

Importante:

- No incluir referencias listadas en el protocolo.
- Citar solo aquellas fuentes utilizadas realmente en el desarrollo del informe.

X. ANEXOS

Incluye material complementario relevante para la comprensión de la práctica, como:

- Modelos de instrumentos utilizados
- Fotografías, mapas, esquemas
- Glosarios, cuadros complementarios
- Cuestionarios de evaluación (cuando aplique)

Nota: Todo anexo debe estar citado previamente en el cuerpo del informe.

Ejemplo de Portada

UNIVERSIDAD ACADÉMICA HERMOSILLO
INGENIERÍA BIOMÉDICA



Nombre de la Asignatura

Nombre del Docente

Práctica #

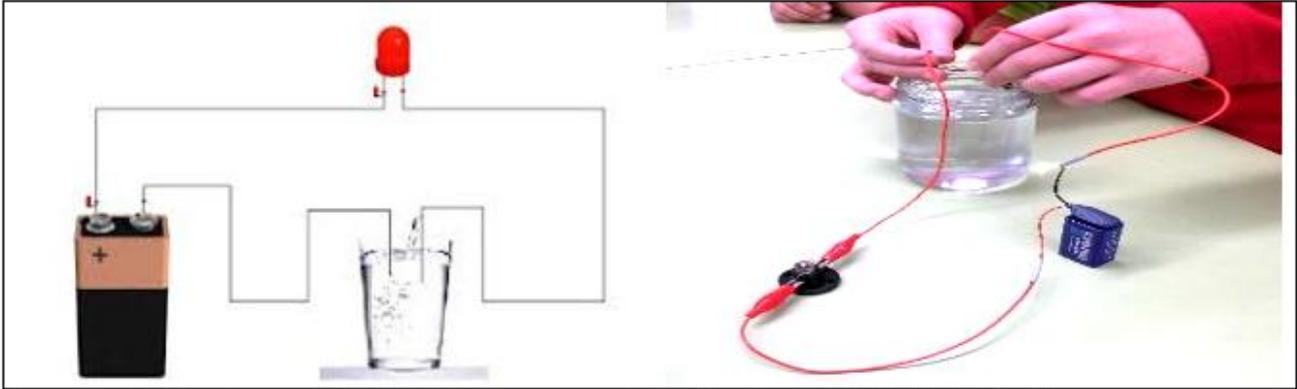
Nombre de la Práctica

Nombre del Alumno

Número de expediente

Lugar y fecha

Circuito eléctrico Práctica 5 Enlace Químico



Representación del armado del circuito para evaluación de conductividad eléctrica.

- Diagramas, tablas, ejemplos de reportes
- 2.- Formatos de seguridad y protocolos adicionales
 - 3.- Problemas o ejercicios de apoyo



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu