



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE APATZINGÁN

MANUAL DE PRÁCTICAS INGENIERÍA BIOQUÍMICA



ASIGNATURA:

“FÍSICA”

BQF-1010

Prácticas:

- I. **Unidad 1:** Introducción (Sistemas de Unidades y Mediciones)
 1. **Nombre de la Práctica:** Caracterización de Materiales mediante Simulación de Densidad y Homogeneidad Dimensional.
- II. **Unidad 2:** Estática.
 2. **Nombre de la Práctica:** Determinación de la Fuerza Resultante mediante la Suma de Vectores usando un simulador interactivo.
 3. **Nombre de la Práctica:** Determinación del Momento de Fuerza y Condiciones de Equilibrio Rotacional mediante Simulación Interactiva.
- III. **Unidad 3:** Dinámica.
 4. **Nombre de la Práctica:** Análisis del Movimiento Rectilíneo mediante Simulación Interactiva (MRU y MRUA).
 5. **Nombre de la Práctica:** Modelado del Tiro Parabólico mediante la Aplicación de Fuerzas Horizontales y Gravedad en un Entorno Simulado.
 6. **Nombre de la Práctica:** Análisis cuantitativo del tiro parabólico mediante simulación con PhET: Projectile Motion.
- IV. **Unidad 3:** Óptica.
 7. **Nombre de la Práctica:** Interferencia y difracción de ondas mediante simulación interactiva.
 8. **Nombre de la Práctica:** Estudio de la reflexión, refracción y formación de imágenes en lentes delgadas mediante simulación interactiva.

Elaborado por:

M.C Sergio Cobián del Toro.

Junio 2025.

Índice.

Unidad I “Introducción”

Práctica 1	Caracterización de Materiales mediante Simulación de Densidad y Homogeneidad Dimensional.	1
------------	---	---

Unidad II “Estática”

Práctica 2	Determinación de la Fuerza Resultante mediante la Suma de Vectores usando un simulador interactivo.	4
Práctica 3	Determinación del Momento de Fuerza y Condiciones de Equilibrio Rotacional mediante Simulación Interactiva.	8

Unidad III “Dinámica”

Práctica 4	Análisis del Movimiento Rectilíneo mediante Simulación Interactiva (MRU y MRUA).	12
Práctica 5	Modelado del Tiro Parabólico mediante la Aplicación de Fuerzas Horizontales y Gravedad en un Entorno Simulado.	16
Práctica 6	Análisis cuantitativo del tiro parabólico mediante simulación con PhET: Projectile Motion.	20

Unidad IV “Óptica”

Práctica 7	Interferencia y difracción de ondas mediante simulación interactiva.	26
Práctica 8	Estudio de la reflexión, refracción y formación de imágenes en lentes delgadas mediante simulación interactiva.	30



GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 1

Asignatura: Física.

Unidad 1: Introducción (Sistemas de Unidades y Mediciones)

Tema: Análisis de Densidad, Conversión de Unidades y Precisión.

1. DATOS GENERALES

- **Nombre de la Práctica:** Caracterización de Materiales mediante Simulación de Densidad y Homogeneidad Dimensional.
- **Tiempo estimado:** 2 horas.
- **Forma de trabajo:** Por triadas.

2. OBJETIVOS

- **General:** Determinar la densidad de diversos cuerpos mediante herramientas virtuales para aplicar conversiones entre sistemas de unidades (SI, CGS, Inglés).
- **Específicos:**
 - Validar la homogeneidad dimensional de la fórmula de densidad mediante el análisis de unidades.
 - Diferenciar la precisión de los instrumentos virtuales y el uso correcto de cifras significativas en el reporte de datos bioquímicos.
 - Realizar conversiones de unidades de masa y volumen entre distintos sistemas de medición.

3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Dispositivo con acceso a internet.
- Simulador **PhET**: [Densidad \(HTML5\)](#).
- Formato de reporte de práctica.
- Calculadora científica.

4. INDICACIONES PREVIAS

- **Contexto Bioquímico:** En el laboratorio, la densidad es una propiedad intensiva clave para identificar sustancias puras o concentraciones de soluciones. Recuerda que la densidad se define como:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Asegúrate de configurar el simulador en la opción "Introducción" o "Misterio" para obtener datos variados.

5. INSTRUCCIONES (DESARROLLO)

Procedimiento 1: Homogeneidad Dimensional y Medición

1. Ingresa al simulador PhET y selecciona el bloque de Madera.
2. Registra la masa (m) y sumerge el bloque en el tanque de agua para obtener el volumen desplazado (V).
3. Calcula la densidad utilizando la fórmula. Verifica que las unidades resultantes (kg/L) sean consistentes con la definición dimensional: $[M][L]^{-3}$.

Procedimiento 2: Conversión Multisistema (SI, CGS, Inglés)

1. Selecciona un material del simulador (ej. Aluminio).
2. Obtén los datos de masa y volumen en las unidades por defecto del simulador.
3. Calcula la densidad y realiza la conversión manual a los siguientes sistemas, mostrando todo el procedimiento de factores de conversión:
 - SI: kg/m^3
 - CGS: g/cm^3
 - Sistema Inglés: lb/ft^3

Procedimiento 3: Precisión y Cifras Significativas

1. Utiliza el modo "Misterio" y elige el objeto de color azul.
2. Realiza la medición de su masa. Observa cuántos decimales ofrece la balanza del simulador.
3. Realiza el cálculo de densidad y redondea el resultado final siguiendo las reglas de cifras significativas (el resultado no puede tener más precisión que la medida menos precisa).
4. Expresa el resultado final utilizando Notación Científica.

6. ENTREGABLES (PRODUCTO A EVALUAR)

El alumno deberá subir un reporte en PDF que contenga:

1. Formato de reporte de prácticas.
2. Capturas de pantalla de los 3 procedimientos en el simulador (mostrando los bloques y las mediciones).

3. **Resultados:** Tabla comparativa con los valores de densidad en los 3 sistemas de unidades y el análisis de cifras significativas.
4. **Análisis:** Conclusión de media cuartilla respondiendo: *¿Por qué en la industria bioquímica y farmacéutica un error en la conversión de unidades o en el manejo de cifras significativas podría comprometer la seguridad de un fármaco o producto alimenticio?*

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Exactitud en los cálculos de conversión.
- Uso correcto de cifras significativas y notación científica.
- Interpretación física y bioquímica de los resultados.
- Ortografía y formato.

8. Rubrica

Criterio	Excelente (10-9)	Satisfactorio (8-7)	Necesita Mejorar (6 o menos)	Puntaje
Uso de Software (PhET)	Utiliza el simulador correctamente para obtener datos de masa y volumen de diversos materiales. Presenta capturas de todos los escenarios.	Usa el software, pero omite capturas de pantalla o los datos registrados en el reporte no coinciden con las imágenes del simulador.	No utiliza el simulador o las capturas de pantalla no corresponden a los ejercicios solicitados.	30%
Modelado Matemático y Conversión	Realiza las conversiones entre SI, CGS e Inglés con precisión, mostrando el procedimiento completo de factores de conversión y análisis dimensional.	Realiza conversiones, pero presenta errores menores en los factores de multiplicación o no especifica las unidades finales en todos los sistemas.	Las conversiones son incorrectas, no muestra procedimientos o confunde unidades de masa con unidades de volumen.	20%
Análisis de Resultados (Física)	Aplica correctamente las reglas de cifras significativas y notación científica. Explica la importancia de la precisión en el contexto bioquímico.	Los cálculos son correctos, pero tiene confusiones al determinar el número de cifras significativas o al expresar valores en notación científica.	No aplica reglas de cifras significativas ni notación científica. Entrega resultados con excesiva o nula precisión decimal.	30%
Formato y Redacción	El reporte sigue el formato oficial, es limpio, sin faltas de ortografía y utiliza lenguaje técnico apropiado para ingeniería bioquímica.	El reporte está incompleto, presenta fallas ortográficas menores o las imágenes son de baja calidad, dificultando su lectura.	Presentación descuidada, falta de estructura y lenguaje coloquial no apto para un reporte de laboratorio.	20%
TOTAL				100%

GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 2

Programa: Ingeniería Bioquímica.

Asignatura: Física.

Unidad 2: Estática.

Tema: Suma de Fuerzas y Resultante Vectorial.

1. DATOS GENERALES

- **Nombre de la Práctica:** Determinación de la Fuerza Resultante mediante la Suma de Vectores usando un simulador interactivo.
- **Tiempo estimado:** 2 horas.
- **Forma de trabajo:** Por parejas o triadas.

2. OBJETIVOS

- **General:** Analizar el efecto de la suma de fuerzas aplicadas sobre un cuerpo mediante la representación gráfica y numérica de vectores en un simulador virtual.
- **Específicos:**
 - Identificar visualmente vectores de fuerza y su dirección.
 - Realizar la **suma gráfica** y **suma por componentes** de dos o más fuerzas.
 - Comparar la resultante obtenida manualmente con la mostrada por el simulador.
 - Determinar condiciones en las que la fuerza neta es cero (equilibrio).
 - Relacionar la suma de fuerzas con interacciones bioquímicas y biofísicas.

3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Dispositivo con acceso a Internet.
- Simulador **PhET – Forces and Motion: Basics**
[Vector Addition](#) (Explore 2D).
- Formato de reporte de práctica.
- Calculadora científica.

4. INDICACIONES PREVIAS

Contexto Bioquímico:

Muchas interacciones moleculares pueden representarse como vectores de fuerza (por ejemplo, tensión en membranas, fuerzas electrostáticas, presión osmótica). La resultante de estas fuerzas determina si una estructura permanece estable, se desplaza o cambia de conformación.

Recordatorio teórico:

Para un vector \vec{F} con magnitud F y ángulo θ :

$$F_x = F \cos \theta$$



$$F_y = F \sin \theta$$

Para sumar dos vectores:

$$R_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots$$

$$R_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots$$

$$R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2}$$

$$\theta_R = \tan^{-1} \left(\frac{R_y}{R_x} \right)$$

5. INSTRUCCIONES (DESARROLLO)

Procedimiento 1: Descomposición de vectores en el simulador (PhET)

1. Abre **Forces and Motion** → pestaña “**Vectors**”.
2. Activa las opciones:
 - “Show vector components”
 - “Show values”
3. Selecciona un vector de Magnitud **25 a 36.9°** (o el que permita el simulador).
4. Registra:
 - Magnitud
 - Ángulo
 - Componentes F_x y F_y mostradas por el simulador
5. Calcula manualmente las componentes usando seno y coseno.
6. **Compara tu cálculo con el que da el simulador.**

Repite con dos vectores más usando diferentes Magnitudes y ángulos.

Procedimiento 2: Suma vectorial de dos fuerzas en 2D

- En la misma pestaña, activa **dos vectores** aplicados al objeto.
- Anota magnitudes y ángulos de ambos.
- Descompón manualmente cada vector:

$$F_{1x}, F_{1y}, F_{2x}, F_{2y}$$

- Suma las componentes:

$$R_x = F_{1x} + F_{2x}$$

$$R_y = F_{1y} + F_{2y}$$

- Calcula:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$\theta_R = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right)$$

- Compara los resultados con:
- la flecha de **resultante** que muestra el simulador
- su magnitud y ángulo

Procedimiento 3: Resultante de tres fuerzas y condición de equilibrio.

1. Agrega un tercer vector en dirección diferente.
2. Repite el proceso de descomposición.
3. Calcula manualmente la resultante \vec{F}_R .
4. Ajusta magnitudes y direcciones para que:

$$\vec{F}_R \approx 0$$

(es decir, **equilibrio**).

5. Toma captura del momento en el que la resultante se acerca a cero.

Pregunta para el reporte:

¿Por qué en la célula ciertas estructuras (como proteínas motoras o microtúbulos) solo se mantienen estables cuando la suma de fuerzas internas es cercana a cero?

6. ENTREGABLES (PRODUCTO A EVALUAR)

El estudiante deberá entregar un reporte en PDF que incluya:

1. **Formato de reporte** completo.
2. **Capturas de pantalla** de los 3 procedimientos.
3. **Tablas** con:
 - Componentes F_x, F_y
 - Sumas vectoriales
 - Comparación con el simulador
4. **Cálculos manuales** de todas las componentes y resultantes.

5. Diagramas de cuerpo libre.**6. Conclusión (media cuartilla):**

Explica la importancia de la descomposición y suma de fuerzas en procesos bioquímicos como:

- Plegamiento proteico
- Conformación de membranas
- Estabilidad de complejos moleculares

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Descomposición correcta de vectores.
- Cálculo correcto de la resultante.
- Coherencia entre cálculo manual y simulador.
- Diagramas adecuados.
- Redacción clara.
- Formato correcto

8. Rubrica

Criterio	Excelente (10–9)	Satisfactorio (8–7)	Necesita Mejorar (≤6)	Ponderación
Uso del simulador	Presenta capturas claras y datos reales del simulador	Algunas capturas poco claras	No presenta capturas o no coinciden	30%
Descomposición y suma vectorial	Todos los cálculos correctos y bien presentados	Algunos errores menores	Errores graves o sin procedimiento	30%
Interpretación bioquímica	Relación clara con fenómenos moleculares	Relación superficial	No relaciona con Bioquímica	20%
Formato y redacción	Excelente presentación	Presentación aceptable	Reporte desordenado	20%
TOTAL				100%

GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 3

Programa: Ingeniería Bioquímica.

Asignatura: Física.

Unidad 2: Estática.

Tema: Momento de Fuerza (Torca) y Equilibrio Rotacional.

1. DATOS GENERALES

- **Nombre de la Práctica:** Determinación del Momento de Fuerza y Condiciones de Equilibrio Rotacional mediante Simulación Interactiva.
- **Tiempo estimado:** 2 horas.
- **Forma de trabajo:** Por parejas o triadas.

2. OBJETIVOS

General: Analizar el concepto de momento de fuerza (torca) y las condiciones para el equilibrio rotacional utilizando un simulador interactivo que permita manipular masas y distancias respecto a un punto de apoyo.

Específicos:

- Calcular el **momento de fuerza** usando la relación:

$$M = \tau = F \cdot d$$

- Identificar el **signo** de la torca según el sentido de giro.
- Determinar configuraciones que produzcan **equilibrio rotacional:**

$$\sum \tau = \sum M = 0$$

- Representar diagramas del sistema, indicando fuerzas, brazos de palanca y sentidos de giro.
- Relacionar el concepto de torque con procesos bioquímicos y biomecánicos (enzimas motoras, palancas moleculares, rotación de subunidades).

3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Dispositivo con acceso a internet.
- Simulador **PhET – Balancing Act**

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/balancing-act>

- Formato de reporte de práctica.
- Calculadora científica.

4. INDICACIONES PREVIAS

Contexto Bioquímico.

En sistemas moleculares existen “palancas” naturales:

- brazos de proteínas motoras (miosina, dineína)
- torsión en el ADN
- rotación en ATP sintasa
- movimiento angular en complejos enzimáticos.

Estos movimientos dependen de **fuerzas aplicadas a distancias** —exactamente el concepto físico de torca.

Recordatorio teórico

- Momento o torca:

$$M = \tau = F \cdot d \cdot \sin(\theta)$$

Para esta práctica, el simulador usa fuerzas **perpendiculares**, por lo que:

$$M = \tau = F \cdot d$$

Convención de signos:

- Sentido **antihorario** → torca **positiva**
- Sentido **horario** → torca **negativa**
- Condición de **equilibrio rotacional**:

$$\sum \tau = 0$$

5. INSTRUCCIONES (DESARROLLO)

Procedimiento 1: Identificación de torcas en el simulador.

1. Abre **Balancing Act** → **Balance Lab**.
2. Coloca una masa al lado izquierdo del pivote.
3. Observa:
 - dirección de la fuerza (peso)
 - distancia al pivote
 - sentido de giro que provoca
4. Registra los valores de masa (kg) y distancia (m).
5. Calcula el momento de fuerza:

$$\tau_1 = (m_1 g) d_1$$

Actividad:

Dibuja el diagrama del sistema con el vector peso y el brazo de palanca.

Procedimiento 2: Balanceo con dos masas (equilibrio rotacional).

1. Añade una masa en el lado derecho.
2. Ajusta la posición hasta lograr que la barra quede horizontal (equilibrio).
3. Registra:
 - o masa 1 y distancia 1
 - o masa 2 y distancia 2
4. Calcula:

$$\tau_1 = (m_1g)d_1$$

$$\tau_2 = (m_2g)d_2$$

5. Verifica si:

$$\tau_1 = \tau_2$$

Pregunta guía:

¿Aumenta más la torca si incrementas la masa o si incrementas la distancia?

Procedimiento 3: Sistema con tres masas.

1. Coloca dos masas de un lado y una del otro.
2. Encuentra la posición que permita el equilibrio rotacional.
3. Calcula las tres torcas:

$$\sum \tau_{izq} = \sum \tau_{der}$$

4. Compara tu cálculo con lo observado en el simulador.
5. Toma captura del momento en el que la resultante se acerca a cero.

Pregunta para el reporte:

¿Por qué en la célula ciertas estructuras (como proteínas motoras o microtúbulos) solo se mantienen estables cuando la suma de fuerzas internas es cercana a cero?

6. ENTREGABLES (PRODUCTO A EVALUAR)

El estudiante deberá entregar un reporte en PDF que incluya:

7. Portada con datos completos

8. Capturas de pantalla de cada procedimiento
9. Tablas de cálculo de torcas:
 - o masas
 - o distancias
 - o fuerzas
 - o momentos
10. Diagrama esquemático del sistema
11. Conclusión (media cuartilla):
 Explica por qué en sistemas bioquímicos una pequeña torca puede causar un gran cambio estructural (ejemplo: rotación del rotor en ATP sintasa).

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Exactitud en cálculos de torca.
- Identificación correcta de sentidos de giro.
- Representación del equilibrio rotacional.
- Relación con fenómenos bioquímicos.
- Presentación y redacción.

8. Rubrica

Criterio	Excelente (10–9)	Satisfactorio (8–7)	Necesita Mejorar (≤ 6)	Ponderación
Uso del simulador (PhET)	Presenta capturas claras de todos los escenarios	Presenta capturas incompletas	No presenta evidencia	25%
Cálculo de torcas	Cálculos correctos y completos	Errores menores	Procedimiento incompleto o incorrecto	30%
Equilibrio rotacional	Justificación clara de $\Sigma\tau = 0$	Justificación parcial	No aplica la condición de equilibrio	20%
Análisis bioquímico	Conexión clara y profunda con procesos moleculares	Conexión superficial	Sin relación con Bioquímica	15%
Formato y redacción	Excelente presentación	Presentación aceptable	Desorden o lenguaje no técnico	10%

TOTAL: 100%

GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 4

Programa: Ingeniería Bioquímica.

Asignatura: Física.

Unidad 3: Dinámica.

Tema: Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA).

1. DATOS GENERALES

- **Nombre de la Práctica:** Análisis del Movimiento Rectilíneo mediante Simulación Interactiva (MRU y MRUA)
- **Tiempo estimado:** 2 horas.
- **Forma de trabajo:** Por parejas o triadas.

2. OBJETIVOS

General: Analizar el comportamiento cinemático de un móvil en movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado mediante el uso de un laboratorio virtual que permite obtener tablas de datos, gráficas y parámetros físicos del movimiento.

Específicos:

- Identificar experimentalmente las características del MRU: velocidad constante y gráfica lineal.
- Reconocer las características del MRUA: aceleración constante, variación uniforme de la velocidad y gráfica parabólica de la posición.
- Obtener y analizar tablas de posición-tiempo y velocidad-tiempo.
- Calcular velocidad, aceleración y desplazamientos usando modelos matemáticos.
- Relacionar estos movimientos con fenómenos biofísicos como transporte molecular, difusión y desplazamientos en medios celulares.

3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Dispositivo con acceso a Internet.
- Simulador: **Laboratorio de Movimiento Rectilíneo (EducaPlus)**
<https://www.educaplus.org/game/laboratorio-de-movimiento-rectilineo>
- Calculadora científica.
- Formato de reporte.
- Cuaderno para anotaciones y bocetos de gráficas

4. INDICACIONES PREVIAS

Recordatorio teórico:

Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)

- Velocidad constante

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

- Ecuación de posición:

$$x(t) = x_0 + vt$$

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA)

- Aceleración constante

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- Velocidad:

$$v(t) = v_0 + at$$

- Posición:

$$x(t) = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

Contexto Bioquímico:

En Bioquímica, muchos procesos siguen trayectorias rectilíneas o casi rectilíneas:

- deslizamiento de proteínas motoras (kinesina, miosina).
- transporte vesicular.
- difusión en microtúbulos.
- movimientos lineales en canales iónicos.

Comprender MRU y MRUA ayuda a modelar estos desplazamientos.

5. INSTRUCCIONES (DESARROLLO)

Procedimiento 1: Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU).

1. Entra al simulador y selecciona el modo de velocidad constante.
2. Establece:
 - Velocidad inicial: elegir entre **1–3 m/s**
 - Posición inicial: 0 m
3. Activa las opciones:
 - Mostrar tabla de datos
 - Mostrar gráfica posición-tiempo

- Haz una corrida de **10 segundos** y registra los datos de la tabla.
- Calcula manualmente:
 - La velocidad media
 - La pendiente de la gráfica $x(t)$
- Compara la pendiente con la velocidad programada.

Actividad:

Dibuja el diagrama espacio-tiempo y comenta por qué es lineal.

Procedimiento 2: Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA).

- Selecciona ahora el modo con aceleración.
- Configura:
 - Velocidad inicial $v_0 = 0$
 - Aceleración entre **1–3 m/s²**
- Observa que la gráfica posición-tiempo se vuelve **curva parabólica**.
- Registra valores de posición y velocidad en intervalos de **1 s**.
- Calcula:

$$a = \frac{v_f - v_0}{t}$$

- Obtén el valor teórico de aceleración y compáralo con el configurado.

Actividad:

Explica por qué la gráfica $v(t)$ es lineal.

Procedimiento 3: Comparación MRU vs MRUA.

- Exporta o replica en tu cuaderno ambas gráficas (MRU y MRUA).
- Compara:
 - Linealidad vs curvatura.
 - Pendientes.
 - Cambios en velocidad.
- Registra en una tabla:

Tipo de movimiento	Gráfica x–t	Gráfica v–t	Velocidad	Aceleración
MRU	Lineal	Constante	Constante	0
MRUA	Parabólica	Lineal	Variable	Constante

Nota: Puedes usar GeoGebra para trazar las gráficas.

6. ENTREGABLES (PRODUCTO A EVALUAR)

El estudiante deberá entregar un reporte en PDF que incluya

1. Formato oficial del curso
2. Capturas de pantalla del simulador en MRU y MRUA
3. Tablas de valores obtenidos
4. Cálculo manual de velocidad y aceleración
5. Gráficas $x-t$ y $v-t$ (capturadas o elaboradas por el alumno)
6. Comparación MRU-MRUA
7. Conclusión de media cuartilla:

¿Por qué es importante comprender estos movimientos para analizar procesos biofísicos y bioquímicos?

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Exactitud en cálculos de velocidad y aceleración.
- Corrección en interpretación de gráficas.
- Coherencia en diferencias MRU-MRUA.
- Relación con aplicaciones bioquímicas.
- Presentación clara del reporte

8. Rubrica

Criterio	Excelente (10–9)	Satisfactorio (8–7)	Necesita Mejorar (≤ 6)	Ponderación
Uso del simulador	Capturas claras y datos correspondientes	Capturas incompletas	Sin evidencia o datos incorrectos	25%
Cálculo cinemático	Cálculos correctos y completos	Errores menores	Cálculos incorrectos	30%
Gráficas e interpretación	Análisis profundo de $x-t$ y $v-t$	Análisis parcial	Sin interpretación	20%
Relación bioquímica	Conexión clara con procesos celulares	Conexión superficial	Sin relación	15%
Formato y redacción	Excelente presentación técnica	Adecuado	Deficiente	10%

TOTAL: 100%

GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 5

Programa: Ingeniería Bioquímica.

Asignatura: Física.

Unidad 3: Dinámica.

Tema: Tiro Parabólico (Simulación con PhET — Forces and Motion: Basics).

Simulador: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/forces-and-motion-basics>

1. DATOS GENERALES

- **Nombre de la Práctica:** Modelado del Tiro Parabólico mediante la Aplicación de Fuerzas Horizontales y Gravedad en un Entorno Simulado.
- **Tiempo estimado:** 2 horas.
- **Forma de trabajo:** Por parejas o triadas.

2. OBJETIVOS.

General: Simular un tiro parabólico aplicando una fuerza horizontal constante a un objeto mientras actúa la gravedad, utilizando el simulador PhET *Forces and Motion: Basics*, para analizar la trayectoria en dos dimensiones..

Específicos:

1. Descomponer el movimiento del objeto en sus componentes horizontal y vertical.
2. Observar experimentalmente el efecto de la gravedad en la componente vertical del movimiento.
3. Determinar la trayectoria generada y relacionarla con el modelo matemático del tiro parabólico.
4. Calcular desplazamientos, velocidades y aceleraciones en los ejes X y Y.
5. Interpretar la relación entre este modelo de movimiento y fenómenos biofísicos.

3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Dispositivo con acceso a Internet
- Simulador **PhET – Forces and Motion: Basics**
- Calculadora científica
- Formato de reporte
- Libreta o cuaderno para gráficas y anotaciones

4. INDICACIONES PREVIAS

Recordatorio teórico del tiro parabólico.

El movimiento parabólico está compuesto por:

- Movimiento horizontal (MRU)

$$x(t) = v_{0x} t$$

Velocidad constante.

- Movimiento vertical (MRUA)

$$y(t) = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

Aceleración constante por gravedad.

Cómo lo modelaremos con PhET

Este simulador no lanza objetos en dos dimensiones, pero sí permite:

- Aplicar una fuerza horizontal constante → genera movimiento uniforme en X
- Activar la gravedad → genera aceleración constante en Y

JUNTANDO AMBOS EFECTOS, logramos recrear un tiro parabólico virtual.

Contexto bioquímico:

Trayectorias curvas aparecen frecuentemente en Bioquímica:

- Movimiento de partículas cargadas en campos
- Partículas en citoplasma sometidas a varias fuerzas simultáneas
- Movimiento ascendente/descendente combinado con fuerzas laterales (transporte intracelular)

Comprender esta combinación de fuerzas permite modelar estos sistemas.

5. INSTRUCCIONES (DESARROLLO)

Procedimiento 1: Configuración de la simulación.

1. Abre el simulador → pestaña **“Motion”**.
2. Activa las opciones:
 - **Vectors** (mostrar vectores)
 - **Masses** (masa visible)
 - **Forces** (mostrar fuerzas)
3. Enciende la **gravedad** desde el menú (si está disponible).

4. Coloca el objeto sobre una plataforma alta (si el escenario lo permite).

Objetivo: Representar el tiro parabólico como combinación de fuerza horizontal + caída libre.

Procedimiento 2: Aplicación de la fuerza horizontal (componente X).

1. Aplica una fuerza horizontal constante (por ejemplo **30 N** hacia la derecha).
2. Registra:
 - o La velocidad del objeto
 - o La dirección del vector velocidad
3. Observa que la velocidad horizontal permanece casi **constante**, lo cual simula un **MRU**.

Actividad:

Haz una tabla con posición y velocidad únicamente en el eje X.

Procedimiento 3: Comparación MRU vs MRUA.

4. Exporta o replica en tu cuaderno ambas gráficas (MRU y MRUA).
5. Compara:
 - Linealidad vs curvatura.
 - Pendientes.
 - Cambios en velocidad.
6. Registra en una tabla:

Procedimiento 4: Activación de movimiento vertical (componente Y).

1. Ubica el objeto al borde de una plataforma (altura suficiente).
2. Elimina el soporte para dejarlo caer mientras mantienes la fuerza horizontal activa.
3. Observa cómo:
 - o la velocidad vertical **aumenta con el tiempo**
 - o la trayectoria se curva
4. Registra valores de:
 - o altura
 - o velocidad vertical
 - o velocidad horizontal

en intervalos de **1 s**.

Actividad:

Dibuja la trayectoria del objeto (curva parabólica aproximada).

Procedimiento 4: Comparación con ecuaciones del tiro parabólico.

Para un instante específico (por ejemplo $t = 2$ s):

1. Calcula la posición teórica en X:

$$x = v_{0x}t$$

2. Calcula la posición teórica en Y:

$$y = h_0 - \frac{1}{2}gt^2$$

3. Compara con los valores del simulador.
4. Calcula porcentaje de error.

Procedimiento 5: Análisis del ángulo equivalente.

Aunque el simulador no permite lanzar en ángulo:

- la **fuerza horizontal** simula el componente v_{0x}
- la **caída vertical** simula el componente v_{0y}

Actividad:

Determina qué ángulo θ equivaldría a los valores observados:

$$\tan(\theta) = \frac{v_{0y}}{v_{0x}}$$

6. ENTREGABLES (PRODUCTO A EVALUAR)

El alumno debe entregar un reporte que incluya:

1. Formato oficial
2. Capturas de pantalla de:
 - Movimiento horizontal
 - Caída vertical
 - Trayectoria combinada
3. Tablas con datos de posición y velocidad en X y Y
4. Gráficas:
 - $x(t)$
 - $y(t)$
 - trayectoria (y vs x)
5. Cálculos teóricos del tiro parabólico y comparación
6. Conclusión (media cuartilla):

¿Por qué la combinación de fuerzas genera una trayectoria curva y cómo se relaciona esto con trayectorias de biomoléculas en la célula?

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Interpretación correcta del tiro parabólico usando el simulador.
- Cálculos y gráficas coherentes.
- Relación entre teoría y práctica.
- Redacción científica y claridad.
- Entrega completa del reporte

8. Rubrica

Criterio	Excelente (10–9)	Satisfactorio (8–7)	Deficiente (≤ 6)	Ponderación
Uso del simulador	Evidencia clara de las tres fases del movimiento	Capturas incompletas	Sin evidencia	25%
Datos y cálculos	Datos correctos y cálculos completos	Errores menores	Cálculos incorrectos	30%
Interpretación física	Explicación profunda y conectada a Bioquímica	Explicación superficial	Sin análisis	20%
Trayectorias y gráficas	Gráficas limpias y correctas	Gráficas incompletas	Sin gráficas o incorrectas	15%
Redacción y formato	Excelente presentación	Aceptable	Deficiente	10%

Total: 100%

GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 6

Programa: Ingeniería Bioquímica.

Asignatura: Física.

Unidad 3: Dinámica.

Tema: Tiro Parabólico usando el simulador PhET — Projectile Motion

Simulador: https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_all.html

1. DATOS GENERALES

- **Nombre de la Práctica:** Análisis cuantitativo del tiro parabólico mediante simulación con PhET: Projectile Motion.
- **Tiempo estimado:** 2 horas.
- **Forma de trabajo:** Por parejas o triadas.

2. OBJETIVOS.

General: Analizar el comportamiento cinemático de un proyectil en 2D modificando velocidad inicial, ángulo y altura inicial mediante la simulación *Projectile Motion*, para comprender la naturaleza parabólica del movimiento.

Específicos:

6. Estudiar la descomposición de la velocidad inicial en sus componentes horizontal y vertical.
7. Medir tiempo de vuelo, alcance horizontal y altura máxima.
8. Comparar valores simulados con los valores calculados teóricamente.
9. Analizar el efecto de la altura inicial sobre la trayectoria.
10. Interpretar el tiro parabólico dentro de modelos biofísicos (partículas, iones, vesículas).

3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Dispositivo con acceso a Internet.
- Simulador **PhET – Projectile Motion**.
- Calculadora científica.
- Formato de reporte.
- Libreta para anotaciones, tablas y gráficas

4. INDICACIONES PREVIAS

Recordatorio teórico del tiro parabólico.

Un proyectil lanzado con velocidad inicial v_0 y ángulo θ presenta:

Descomposición de la velocidad inicial

$$v_{0x} = v_0 \cos(\theta)$$

$$v_{0y} = v_0 \sin(\theta)$$

Tiempo de vuelo

$$T = \frac{v_{0y} + \sqrt{v_{0y}^2 + 2gh_0}}{g}$$

Altura máxima

$$h_{\max} = h_0 + \frac{(v_{0y})^2}{2g}$$

Alcance horizontal

$$R = v_{0x} \cdot T$$

Contexto Bioquímico

El modelado parabólico se aplica en:

- microinyección de partículas en células
- trayectorias de partículas en citoplasma con campos externos
- dinámica de iones en campos eléctricos no homogéneos
- dispersión de moléculas en ciertas rutas metabólicas con fuerzas vectoriales

5. INSTRUCCIONES (DESARROLLO)

Procedimiento 1: Exploración del simulador.

1. Entra al simulador Projectile Motion.
2. Activa:
 - *Show velocity components*
 - *Show path*
 - *Values*
 - Opcional: *Air resistance* (dejar desactivado por ahora)

3. Selecciona un proyectil con altura inicial: 0 m.

Observa la trayectoria general y la descomposición de velocidad inicial.

Pregunta:

¿Qué sucede con el vector horizontal de velocidad durante el movimiento?

¿Qué sucede con el vertical?

Procedimiento 2: Medición experimental de la trayectoria (caso base)

Configura:

- Velocidad inicial: **15 m/s**
 - Ángulo: **45°**
 - Altura inicial: **0 m**
1. Realiza el lanzamiento.
 2. Registra del simulador:
 - Tiempo total de vuelo
 - Alcance horizontal
 - Altura máxima
 - Componentes iniciales de velocidad v_{0x} , v_{0y}
 3. Llena la tabla:

Variable	Valor simulado
v_{0x}	
v_{0y}	
Altura máxima	
Tiempo de vuelo	
Alcance horizontal	

Procedimiento 3: Comprobación con ecuaciones teóricas.

1. Calcula manualmente:
 - v_{0x}
 - v_{0y}
 - Altura máxima
 - Tiempo de vuelo
 - Alcance
2. Compara tus valores teóricos con los simulados.
3. Calcula el error relativo:

$$\% \text{ error} = \frac{| \text{teo} - \text{sim} |}{\text{sim}} \times 100$$

Actividad:

Comenta si el simulador se ajusta al modelo ideal (sin resistencia del aire).

Procedimiento 4: Efecto del ángulo en el alcance.

Mantén $v_0 = 15 \text{ m/s}$ y altura inicial 0.

Realiza lanzamientos para los ángulos:

- 20°
- 45°
- 70°

Registra el alcance y gráfica:

$R \text{ vs } \theta$

Pregunta:

¿Por qué el máximo alcance ocurre cerca de los 45° ?

Actividad:

Dibuja la trayectoria del objeto (curva parabólica aproximada).

Procedimiento 5: Efecto de la altura inicial.

1. Selecciona velocidad inicial de **10 m/s** y ángulo **30°** .
2. Compara tres casos:
 - $h_0 = 0 \text{ m}$
 - $h_0 = 2 \text{ m}$
 - $h_0 = 5 \text{ m}$
3. Registra tiempo de vuelo y alcance.

Actividad:

Explica por qué una mayor altura inicial aumenta el alcance.

Procedimiento 6: Aplicación biofísica.

Responde:

- ¿Qué fenómenos biológicos podrían modelarse como un tiro parabólico?
- ¿Cómo influye la gravedad y la fuerza inicial en la trayectoria de partículas biológicas?

- ¿Cómo cambia la trayectoria cuando se agrega “resistencia del aire” (como si fuera viscosidad celular)?

6. ENTREGABLES (PRODUCTO A EVALUAR)

El alumno debe entregar un reporte que incluya:

7. Formato oficial.
8. Capturas de pantalla de todos los lanzamientos.
9. Tablas de datos y cálculos teóricos.
10. Gráficas:
 - R vs θ
 - Trayectoria del proyectil
5. Porcentaje de error.
6. Conclusión de media cuartilla acerca de:

¿Cómo ayuda comprender el tiro parabólico al estudio del movimiento de partículas y biomoléculas?

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Exactitud en los cálculos del tiro parabólico.
- Correspondencia entre simulación y teoría.
- Análisis gráfico y tablas completas.
- Relación con aplicaciones bioquímicas.
- Presentación general del informe

8. Rubrica

Criterio	Excelente (10-9)	Satisfactorio (8-7)	Deficiente (≤ 6)	Ponderación
Uso del simulador	Capturas completas y datos correctos	Capturas incompletas	Sin evidencias	25%
Cálculos teóricos	Precisión total	Algunos errores	Incorrectos	30%
Gráficas (R vs θ y trayectoria)	Claras y completas	Incompletas	Incorrectas o faltan	20%
Análisis bioquímico	Conexión clara	Superficial	Sin relación	15%
Formato del reporte	Excelente	Adecuado	Deficiente	10%

Total: 100%

GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 7

Programa: Ingeniería Bioquímica.

Asignatura: Física.

Unidad 3: Óptica.

Tema: Naturaleza ondulatoria de la luz — Interferencia y Difracción.

Simulador: PhET – *Wave Interference*

1. DATOS GENERALES

- **Nombre de la Práctica:** Interferencia y difracción de ondas mediante simulación interactiva.
- **Tiempo estimado:** 2 horas.
- **Forma de trabajo:** Por parejas o triadas.

2. OBJETIVOS.

General: Analizar los fenómenos de interferencia y difracción de la luz utilizando el simulador PhET para comprender su comportamiento ondulatorio y su relevancia en aplicaciones bioquímicas (microscopía, espectroscopía, fibras ópticas).

Específicos:

1. Visualizar patrones de interferencia y difracción.
2. Relacionar patrones de interferencia con diferencia de fase y longitud de onda.
3. Identificar máximos y mínimos de interferencia.
4. Estudiar la difracción a través de rendijas simples y dobles.
5. Relacionar la óptica física con técnicas de laboratorio (microscopía, láseres, espectros).

3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Dispositivo con acceso a Internet.
- Simulador **PhET – Wave Interference**.
- Calculadora científica.
- Formato de reporte.
- Libreta para anotaciones, tablas y gráficas

4. INDICACIONES PREVIAS

Conceptos clave:

- Interferencia constructiva:

$$\Delta\phi = 2\pi n \Rightarrow \text{máximo}$$

- Interferencia destructiva:

$$\Delta\phi = (2n + 1)\pi \Rightarrow \text{mínimo}$$

- Difracción de rendija simple:

$$\sin \theta = \frac{m\lambda}{a}$$

- Interferencia en doble rendija:

$$d \sin \theta = m\lambda$$

Contexto bioquímico:

Estos fenómenos permiten:

- formación de imágenes en microscopía (óptica, confocal, fluorescencia)
- análisis de muestras por espectroscopía
- funcionamiento de láseres
- análisis estructural mediante difracción (Rayos X, UV)

5. INSTRUCCIONES (DESARROLLO)

Procedimiento 1: Interferencia con dos fuentes coherentes.

1. Entra a la pestaña "**Interference**" del simulador.
2. Selecciona "**Light**" como tipo de onda.
3. Activa:
 - Show graph
 - Screen
 - Intensity
4. Coloca dos fuentes separadas por 200 px aprox.
5. Observa el patrón de franjas (líneas claras y oscuras).
6. Mide con la regla virtual la **separación entre máximos**.

Actividad:

Explica por qué aparecen zonas claras y oscuras alternadas.

Procedimiento 2: Cambios en la longitud de onda.

1. Modifica la longitud de onda (λ) de 450 nm \rightarrow 650 nm.
2. Observa cómo cambia la separación entre las franjas.
3. Registra en una tabla:
 - λ
 - Separación entre máximos
 - Forma del patrón

Pregunta:

¿Por qué las franjas se separan más cuando λ es mayor?

Procedimiento 3: Rendija simple (difracción).

1. Abre la sección "**Diffraction**" del simulador.
2. Activa:
 - Intensity graph
 - Screen
3. Ajusta una rendija de ancho **a = 0.04 mm**.
4. Observa el patrón central y los mínimos laterales.

Mide el ángulo del primer mínimo.

Cálculo:

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

Compara con el simulador.

Procedimiento 4: Doble rendija (difracción + interferencia).

1. En la sección *Slits*, activa **Double Slit**.
2. Coloca:
 - separación $d = 0.1$ mm
 - ancho de rendija $a = 0.04$ mm
3. Observa el patrón combinado:
 - interferencia (franjas finas)
 - difracción (envolvente ancha)

Actividad:

Dibuja el patrón combinado e identifica máximos dominados por difracción.

Procedimiento 5: Aplicación bioquímica.

Reflexiona:

- ¿Cómo se relaciona este patrón con la imagen microscópica?
- ¿Qué factores limitan la resolución de un microscopio óptico?
- ¿Por qué la difracción determina el límite de resolución (criterio de Abbe)?

6. ENTREGABLES (PRODUCTO A EVALUAR)

El alumno entregará un PDF con:

1. Portada y formato oficial.
2. Capturas del patrón de interferencia y difracción.
3. Tablas con:
 - a. λ y separación entre franjas.
 - b. anchos de rendija y patrones.
 - c. cálculos teóricos vs simulados.
4. Gráficas o dibujos de patrones.
5. Conclusión de media cuartilla.
 - ¿Cómo influye la difracción en la capacidad de ver estructuras biológicas diminutas?

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Identificación correcta de patrones.
- Cálculo de θ , separación de franjas y λ .
- Análisis físico y bioquímico.
- Presentación del reporte.
- Evidencias del simulador.

8. Rubrica

Criterio	Excelente	Satisfactorio	Deficiente	Ponderación
Uso del simulador	Capturas completas	Capturas parciales	Sin evidencias	25%
Datos y cálculos	Correctos y completos	Parciales	Incorrectos	30%
Análisis físico	Profundo y claro	Adecuado	Superficial	20%
Relación bioquímica	Relevante y bien explicada	Poca conexión	Ausente	15%
Presentación	Excelente	Aceptable	Deficiente	10%

TOTAL: 100%

GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO N° 8

Programa: Ingeniería Bioquímica.

Asignatura: Física.

Unidad 4: Óptica.

Tema: Reflexión, Refracción y Lentes Delgadas.

Simulador: PhET – *Geometric Optics*

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/geometric-optics>

1. DATOS GENERALES

- **Nombre de la Práctica:** Estudio de la reflexión, refracción y formación de imágenes en lentes delgadas mediante simulación interactiva.
- **Tiempo estimado:** 2 horas.
- **Forma de trabajo:** Por parejas o triadas.

2. OBJETIVOS.

General: Analizar la formación de imágenes reales y virtuales a través de lentes delgadas, aplicando las leyes de la óptica geométrica mediante el simulador *PhET Geometric Optics*.

Específicos:

1. Verificar las **leyes de la reflexión y refracción**.
2. Determinar el **foco, distancia focal, tipo de imagen y aumentos** en lentes convergentes y divergentes.
3. Utilizar la **ecuación de lentes delgadas**:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

4. Identificar imágenes **reales, virtuales, invertidas, derechas, agrandadas o reducidas**.
5. Relacionar el funcionamiento de las lentes con aplicaciones bioquímicas como microscopía, fibra óptica, espectroscopía y dispositivos ópticos de laboratorio



3. MATERIALES Y HERRAMIENTAS.

- Dispositivo con acceso a Internet.
- Simulador **PhET – Geometric Optics**.
- Calculadora científica.
- Formato de reporte.
- Libreta para anotaciones, tablas y gráficas

4. INDICACIONES PREVIAS

Conceptos clave:

- Ley de la reflexión

$$\theta_i = \theta_r$$

- Ley de la refracción (Snell)

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$$

- Ecuación de lentes delgadas

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

- Aumentos

$$M = -\frac{s'}{s}$$

Contexto bioquímico.

Estos principios permiten comprender:

- funcionamiento de microscopios ópticos
- enfoque de espectrofotómetros
- propagación por fibra óptica (TIR)
- formación de imágenes en dispositivos de medición con lentes

5. INSTRUCCIONES (DESARROLLO)

Procedimiento 1: Ley de la reflexión.

1. En la pestaña "**Intro**", activa el modo *mirror*.
2. Haz incidir un rayo sobre el espejo en diferentes ángulos.
3. Mide:
 - Ángulo de incidencia
 - Ángulo de reflexión
4. Llena la tabla y verifica si $\theta_i = \theta_r$.

Actividad:

Explica cómo este principio se aplica en instrumentos ópticos del laboratorio.

Procedimiento 2: Ley de la refracción.

1. Cambia el medio superior (aire, agua, vidrio, etc.).
2. Incide un rayo con ángulos entre 10° y 70° .
3. Mide:
 - Ángulo incidente.
 - Ángulo refractado.
4. Usa Snell para calcular el índice del medio:

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

Actividad:

Explica por qué la luz “se curva” al pasar de un medio a otro.

Procedimiento 3: Reflexión total interna.

1. Coloca un rayo que pase de vidrio a aire.
2. Incrementa el ángulo hasta que el rayo **no salga**, solo refleje.
3. Registra el **ángulo crítico**.

Pregunta:

¿Por qué este fenómeno permite el funcionamiento de la **fibra óptica**?

Procedimiento 4: Lentes delgadas convergentes.

1. Selecciona **lente convexa (convergente)**.
2. Coloca un objeto a diferentes distancias:
 - $s > 2f$
 - $s = 2f$
 - $f < s < 2f$
 - $s < f$
3. Para cada caso, registra:
 - Tipo de imagen (real/virtual)
 - Orientación (invertida/derecha)
 - Tamaño (agrandada/reducida)
 - Distancia imagen (s')
4. Comprueba con la ecuación de lentes.

Actividad:

Relaciona estos conceptos con el funcionamiento del microscopio óptico.

Procedimiento 5: Lentes divergentes.

1. Selecciona **lente cóncava (divergente)**.
2. Coloca un objeto a diferentes distancias.
3. Registra:
 - Imagen (siempre virtual, derecha, reducida)
 - Valor de s'
4. Calcula el aumento.

Actividad:

¿Para qué instrumentos biomédicos se usan lentes divergentes?

Procedimiento 6: Óptica aplicada a Bioquímica.

Responde:

- ¿Qué tipo de lente usa un microscopio para “ampliar” objetos?
- ¿Cómo influye el índice de refracción de medios biológicos (agua, citoplasma, aceite de inmersión) en la formación de imágenes?
- ¿Cómo limita la difracción la resolución microscópica (criterio de Abbe)?

6. ENTREGABLES (PRODUCTO A EVALUAR)

El alumno entregará un PDF con:

6. Portada y formato oficial.
7. Capturas del simulador en cada procedimiento.
8. Tablas con:
 - ángulos de incidencia/reflexión
 - refracción y ángulos críticos
 - distancia objeto–imagen
4. Cálculos realizados (Snell, lentes delgadas).
5. Gráficas o diagramas de rayos.
6. Conclusión de media cuartilla:
¿Por qué la óptica geométrica es esencial en instrumentos bioquímicos modernos?

7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Mediciones correctas en reflexión y refracción.
- Aplicación de ecuación de lentes.
- Identificación de imágenes.
- Relación bioquímica.
- Presentación formal.

8. Rubrica

Criterio	Excelente (10–9)	Satisfactorio (8–7)	Deficiente (≤ 6)	Ponderación
Uso del simulador	Evidencias completas	Parciales	Sin evidencias	25%
Cálculos ópticos	Correctos	Algunos errores	Incorrectos	30%
Interpretación	Profunda	Adecuada	Superficial	20%
Relación bioquímica	Clara	Parcial	Ausente	15%
Formato del reporte	Excelente	Aceptable	Deficiente	10%

TOTAL: 100%