

Metodologías de la investigación científica en biología experimental

Ciencias Naturales | Biología

Descripción del Curso

Esta unidad forma parte del curso de Biología y está destinada a estudiantes a partir de 17 años. Unidad 8: Evaluación crítica y mejoras de metodologías de investigación en biología experimental. El objetivo central es desarrollar la capacidad de analizar críticamente diseños experimentales y proponer mejoras razonadas a un diseño de estudio, fomentando el pensamiento analítico y la innovación responsable. Durante la unidad, se abordarán fortalezas y limitaciones de los enfoques metodológicos, la identificación de variables, controles, tamaño de muestra y métodos, así como la consideración de criterios de validez, fiabilidad y robustez de los resultados. Se enfatizará la importancia de la ética y la seguridad en la investigación, promoviendo cambios fundamentados que aumenten la validez sin comprometer principios bioéticos. A través de lecturas, análisis de casos y actividades prácticas de biología experimental, los estudiantes evaluarán críticamente diseños existentes, propondrán mejoras razonadas y justificarán sus recomendaciones con evidencia y argumentos metodológicos. Esta unidad busca integrar el aprendizaje teórico con situaciones reales, preparando al estudiante para diseñar, evaluar y optimizar estudios biológicos de manera responsable y segura, aplicando criterios de calidad en investigación y comunicación de resultados.

Competencias

- Analizar críticamente diseños experimentales en biología y detectar fortalezas, debilidades y sesgos. - Proponer mejoras metodológicas fundamentadas que incrementen validez, fiabilidad y reproducibilidad. - Aplicar principios de ética y seguridad para analizar impactos y límites de los diseños propuestos. - Identificar y ajustar variables, controles y tamaños de muestra para optimizar la interpretación de resultados. - Comunicar de forma clara las propuestas de mejora, respaldadas con evidencia y razonamiento científico. - Desarrollar pensamiento crítico, curiosidad científica y responsabilidad en la toma de decisiones experimentales. - Colaborar en equipos multidisciplinarios para diseñar, evaluar y presentar propuestas de mejora.

Requerimientos

- Conocimientos básicos de biología, método científico y lectura crítica de textos científicos. - Participación activa en sesiones prácticas y cumplimiento de normas de seguridad en el laboratorio. - Habilidad para analizar datos, interpretar resultados y presentar conclusiones de forma concisa. - Manejo básico de herramientas informáticas para procesamiento de datos y elaboración de gráficos. - Capacidad de redacción de informes y presentaciones científicas. - Compromiso con principios éticos y de integridad académica en investigación.

Unidades del Curso

Unidad 1: Metodología de la investigación científica y formulación de hipótesis en biología experimental

Objetivos de Aprendizaje

- Reconocer y describir cada una de las etapas del método científico en contextos de biología experimental.
- Identificar las características que componen una hipótesis y distinguir entre hipótesis nula y alternativa.
- Relacionar las etapas del método científico con la redacción de preguntas, hipótesis y diseños experimentales simples.

Contenidos Temáticos

1. Etapas del método científico

Descripción breve de observación, pregunta, hipótesis, experimentación, análisis y conclusión, y su relevancia en biología experimental.

2. Formulación de hipótesis

Propiedades de una hipótesis (claridad, falsabilidad, especificidad) y diferencias entre hipótesis nula y alternativa con ejemplos simples.

3. Diseño experimental básico

Cómo convertir una pregunta en un plan experimental con variables, controles y criterios de aceptación.

Actividades

• Actividad 1: Mapeo de etapas

En grupos, analizan un estudio breve y crean un diagrama que identifique cada etapa del método científico, destacando cómo se conectan entre sí.

- Puntos clave: identificación de etapas, secuenciación lógica, relación entre datos y conclusiones.
- Aprendizajes: comprensión del flujo del método científico y su aplicación en biología.

• Actividad 2: Construcción de una hipótesis

A partir de un escenario biológico simple, redactan una hipótesis nula y una hipótesis alternativa, justificando su elección.

- Puntos clave: claridad, especificidad y posibilidad de falsación.
- Aprendizajes: capacidad de diferenciar tipos de hipótesis y su uso en el diseño experimental.

• Actividad 3: Primer borrador de un diseño experimental

Proponen una pregunta de investigación corta y elaboran un borrador de protocolo con variables y controles, recibiendo retroalimentación entre pares.

- Puntos clave: planteamiento claro, identificación de variables y controles.

- Aprendizajes: habilidad para convertir preguntas en planes experimentales viables.

Evaluación

Evaluación formativa y sumativa centrada en:

- Identificación y descripción de las etapas del método científico (coherencia y lógica del razonamiento).
- Capacidad para formular hipótesis nula y alternativa claras y justificadas.
- Calidad del diseño experimental básico propuesto (claridad de la pregunta, variables y controles).

Unidad 2: Unidad 2: Principios éticos y de seguridad en biología experimental

Objetivos de Aprendizaje

- Identificar principios éticos fundamentales en investigación y su aplicación práctica.
- Reconocer normas básicas de bioseguridad y procedimientos de protección personal en el laboratorio.
- Aplicar criterios de bienestar, consentimiento y manejo responsable de muestras biológicas.

Contenidos Temáticos

1. Ética en la investigación biológica

Principios como integridad, transparencia, consentimiento y trato ético de seres vivos.

2. Seguridad y bioseguridad en laboratorio

Equipo de protección, manejo de residuos, gestión de derrames y normas de conducta en el laboratorio.

3. Cumplimiento normativo y responsabilidad

Regulaciones básicas, permisos, registro de prácticas y reporte de incidentes.

Actividades

• Actividad 1: Debate sobre dilemas éticos

Discusión guiada sobre un caso hipotético de biología experimental para identificar principios éticos involucrados y posibles soluciones responsables.

- Puntos clave: análisis de dilemas, reconocimiento de derechos y deberes.
- Aprendizajes: desarrollo del pensamiento crítico ético y la toma de decisiones responsables.

• Actividad 2: Simulación de normas de seguridad

Simulación de protocolos de seguridad, uso de EPP, manipulación de material biológico y manejo de residuos.

- Puntos clave: aplicación de normas, protocolo paso a paso.
- Aprendizajes: comportamiento seguro y cumplimiento normativo en prácticas de laboratorio.

• Actividad 3: Caso de cumplimiento y reporte

Revisión de un caso de incumplimiento y redacción de un informe que describa acciones correctivas y buenas prácticas.

- Puntos clave: registro, transparencia y mejora continua.
- Aprendizajes: comprensión de la responsabilidad profesional y la gestión de incidentes.

Evaluación

Evaluación de comprensión de principios éticos y aplicación de bioseguridad mediante:

- Participación en debates y análisis de casos éticos.
- Evaluación de protocolos de seguridad y uso correcto de EPP.
- Entrega de un informe corto sobre un incidente y mejoras propuestas.

Unidad 3: Variables en el diseño experimental

Objetivos de Aprendizaje

- Definir cada tipo de variable y su papel en un experimento biológico.
- Clasificar un conjunto de variables en un diseño propuesto y justificar su elección.
- Analizar posibles efectos de variables irrelevantes y proponer controles adecuados.

Contenidos Temáticos

1. Variables independientes y dependientes

Qué se manipula y qué se mide para evaluar una hipótesis.

2. Variables de control y constantes

Cómo evitar sesgos y mantener condiciones estables entre grupos.

3. Justificación de la selección de variables

Estrategias para justificar elecciones basadas en la pregunta y la hipótesis.

Actividades

• Actividad 1: Identificación de variables

Se entrega un escenario experimental y los estudiantes identifican variables independientes, dependientes y de control.

- Puntos clave: clasificación correcta, claridad en la relación causal.
- Aprendizajes: habilidad para aislar factores relevantes en un diseño.

• Actividad 2: Justificación de variables

En parejas, justifican la selección de variables para un diseño propuesto y proponen al menos dos controles.

- Puntos clave: razonamiento lógico, pertinencia de controles.
- Aprendizajes: capacidad de defender elecciones experimentales.

• **Actividad 3: Análisis de sesgos potenciales**

Identificación de variables que podrían sesgar resultados y propuestas de mitigación.

- Puntos clave: reconocimiento de sesgos, diseño robusto.
- Aprendizajes: pensamiento crítico sobre validez interna.

Evaluación

La evaluación priorizará:

- Claridad y precisión en la clasificación de variables.
- Capacidad para justificar la selección de variables y controles.
- Identificación de posibles sesgos y propuestas viables de mitigación.

Unidad 4: Unidad 4: Diseño de un protocolo experimental básico

Objetivos de Aprendizaje

- Conformar una pregunta de investigación enfocada y observable.
- Redactar una hipótesis y predicciones asociadas.
- Definir variables, controles, tamaño de muestra y criterios de aceptación para un experimento sencillo.

Contenidos Temáticos

1. Pregunta de investigación y diseño conceptual

Formulación de preguntas claras y alcanzables en biología experimental.

2. Hipótesis y predicciones

Cómo redactar hipótesis y predecir resultados posibles.

3. Controles, tamaño de muestra y criterios de aceptación

Selección de controles adecuados, estimación de tamaño de muestra y criterios para aceptar/rechazar la hipótesis.

Actividades

• **Actividad 1: Plantea una pregunta y una hipótesis**

Individualmente, proponen una pregunta de investigación, redactan una hipótesis y predicciones, y discuten su viabilidad.

- Puntos clave: claridad, especificidad, posibilidad de prueba.
- Aprendizajes: dominio de la relación entre pregunta, hipótesis y predicciones.

- **Actividad 2: Propuesta de protocolo**

En grupo, diseñan un protocolo que incluya variables, controles, tamaño de muestra y criterios de aceptación, con una breve justificación.

- Puntos clave: estructura lógica, sostenibilidad práctica.
- Aprendizajes: habilidad para planificar experimentos viables y reproducibles.

- **Actividad 3: Revisión entre pares**

Intercambio de protocolos entre grupos para retroalimentación crítica y mejoras.

- Puntos clave: revisión crítica, mejora continua.
- Aprendizajes: comunicación y evaluación colaborativa.

Evaluación

Se evaluará la capacidad para: definir una pregunta clara, redactar una hipótesis y predicción, y presentar un protocolo completo con controles, tamaño de muestra y criterios de aceptación.

Unidad 5: Muestreo, replicación y control de sesgos

Objetivos de Aprendizaje

- Entender diferentes métodos de muestreo y su impacto en la representatividad.
- Explicar la importancia de la replicación y cómo implementarla en un diseño experimental.
- Identificar y proponer medidas para controlar sesgos en la recopilación y análisis de datos.

Contenidos Temáticos

1. Muestreo y representatividad

Conceptos de muestreo probabilístico y no probabilístico y cómo afectan los resultados.

2. Replicación y confiabilidad

Tipos de replicación y su influencia en la precisión de las estimaciones.

3. Control de sesgos

Sesgos de selección, medición y confusión; estrategias para minimizarlos.

Actividades

- **Actividad 1: Diseño de muestreo**

El alumnado diseñará un plan de muestreo para un experimento hipotético y explicará la representatividad de cada muestra.

- Puntos clave: método de muestreo, tamaño de muestra, sesgo potencial.

- Aprendizajes: capacidad de planificar muestreo y valorar su impacto en los resultados.

• **Actividad 2: Plan de replicación**

Proponen un plan de replicación interna y/o externa para un protocolo dado y discuten la necesidad de variabilidad controlada.

- Puntos clave: replicación, variabilidad, estimación de incertidumbre.
- Aprendizajes: comprensión de la estabilidad de resultados.

• **Actividad 3: Análisis de sesgos**

Caso práctico donde identifican posibles sesgos y proponen medidas correctivas para minimizarlos.

- Puntos clave: identificación de sesgos, mitigación efectiva.
- Aprendizajes: pensamiento crítico sobre validez interna y externa.

Evaluación

La evaluación se basará en la capacidad de diseñar muestreos adecuados, justificar replicación y proponer estrategias de control de sesgos, con evidencia en trabajos escritos y presentaciones cortas.

Unidad 6: Unidad 6: Análisis de datos experimentales y representación de resultados

Objetivos de Aprendizaje

- Construir tablas claras y precisas para resumir datos.
- Elegir y diseñar gráficos adecuados para representar variables.
- Calcular e interpretar medidas descriptivas como promedio, mediana, rango y desviación típica.

Contenidos Temáticos

1. Organización de datos en tablas

Formato y nomenclatura para presentar datos de forma clara.

2. Representación gráfica de datos

Elección de gráficos adecuados (barras, dispersión,?) y lectura de gráficos.

3. Medidas descriptivas básicas

Conceptos de media, mediana, moda, rango y desviación típica y su interpretación.

Actividades

• **Actividad 1: Construcción de tablas**

Con un conjunto de datos proporcionado, crean tablas que resuman la información de manera clara y ordenada.

- Puntos clave: columnas y filas, etiquetas, unidades, claridad de encabezados.

- Aprendizajes: habilidad para organizar datos para análisis posterior.

• **Actividad 2: Gráficos y lectura de gráficos**

El alumnado genera gráficos y practica la lectura e interpretación de tendencias y variabilidad.

- Puntos clave: elección de tipo de gráfico, ejes, leyendas, interpretación de tendencias.
- Aprendizajes: representación visual efectiva y lectura crítica de datos.

• **Actividad 3: Cálculo de medidas descriptivas**

Realizan cálculos de media, mediana, rango y desviación típica y discuten qué información aportan.

- Puntos clave: interpretación de medidas, identificación de sesgos y sesgos de distribución.
- Aprendizajes: capacidad de describir y comparar conjuntos de datos.

Evaluación

Evaluación basada en la precisión de tablas, calidad de gráficos y correcta interpretación de medidas descriptivas, además de la coherencia entre datos y conclusiones.

Unidad 7: Unidad 7: Comunicación de resultados en un informe experimental

Objetivos de Aprendizaje

- Organizar la información de forma lógica y coherente en secciones de informe.
- Describir métodos y procedimientos con suficiente detalle para reproducibilidad.
- Interpretar resultados y presentar conclusiones justificadas con evidencia.

Contenidos Temáticos

1. Estructura de un informe experimental

Elementos clave: pregunta, hipótesis, métodos, resultados, discusión y conclusiones.

2. Redacción clara y precisa

Estilo científico, uso de terminología y citación de fuentes básicas.

3. Presentación de resultados y discusión

Cómo interpretar resultados, explicar límites y proponer futuras líneas de investigación.

Actividades

• **Actividad 1: Redacción de informe parcial**

El alumnado redacta las secciones de pregunta, hipótesis y métodos a partir de un conjunto de datos ficticio.

- Puntos clave: claridad, reproducibilidad, coherencia entre secciones.
- Aprendizajes: capacidad de comunicar de forma estructurada y técnica.

- **Actividad 2: Interpretación de resultados**

Analizan resultados y redactan la sección de conclusiones, discutiendo limitaciones y posibles mejoras.

- Puntos clave: interpretación basada en evidencia, reconocimiento de limitaciones.
- Aprendizajes: habilidad para justificar conclusiones y proponer futuras líneas de investigación.

- **Actividad 3: Citas y referencias**

Introducción a normas básicas de citación y elaboración de una bibliografía adecuada para el informe.

- Puntos clave: coherencia y adecuación de fuentes.
- Aprendizajes: buenas prácticas de escritura científica y ética de la cita.

Evaluación

Evaluación centrada en la estructura del informe, claridad de la redacción, precisión de métodos y fundamentación de conclusiones, así como la calidad de la bibliografía.

Unidad 8: Evaluación crítica y mejoras de metodologías de investigación en biología experimental

Objetivos de Aprendizaje

- Analizar fortalezas y limitaciones de un diseño experimental existente.
- Identificar posibles mejoras en variables, controles, tamaño de muestra y métodos.
- Proponer cambios fundamentados que aumenten validez y fiabilidad sin comprometer la ética y la seguridad.

Contenidos Temáticos

1. Métodos para evaluación crítica

Criterios de validez interna y externa, reproducibilidad y robustez experimental.

2. Propuesta de mejoras razonadas

Cómo plantear modificaciones factibles y justificadas en un diseño.

3. Ética y impacto

Balance entre innovaciones metodológicas y consideraciones éticas y de seguridad.

Actividades

- **Actividad 1: Revisión crítica de un estudio**

Analizan un estudio breve, identifican debilidades y proponen mejoras logísticas y metodológicas.

- Puntos clave: razonamiento crítico, evidencia de apoyo.
- Aprendizajes: habilidad para evaluar críticamente y argumentar mejoras.

- **Actividad 2: Propuesta de mejora de diseño**

En grupos, diseñan una versión mejorada de un estudio, justificando cada cambio con fundamentos.

- Puntos clave: pertinencia de cambios, coherencia con la pregunta y la hipótesis.
- Aprendizajes: capacidad de optimizar diseños manteniendo la ética y la seguridad.

- **Actividad 3: Presentación de propuestas**

Presentan sus mejoras ante la clase y reciben retroalimentación para enriquecer el diseño.

- Puntos clave: claridad oral, uso de evidencia, respuesta a preguntas.
- Aprendizajes: comunicación efectiva y defensa de propuestas metodológicas.

Evaluación

La evaluación considerará la capacidad de analizar críticamente metodologías, justificar mejoras y comunicar propuestas de manera clara y fundamentada.