

Biología: orientación específica de la asignatura

Consulte también la guía general de la Monografía y el material de ayuda al profesor para la Monografía.

Información general

La monografía de Biología ofrece a los alumnos la oportunidad de aplicar una gama de habilidades en la investigación de un tema de su interés en esta disciplina.

La biología es la ciencia que estudia los seres vivos y los procesos vitales. Las monografías de Biología deben incorporar las teorías pertinentes y poner de relieve la naturaleza intrínseca de la asignatura.

Elección del tema

El tema debe prestarse a un tratamiento que esté específicamente relacionado con la biología. Cuando un tema pueda enfocarse desde diferentes puntos de vista, será necesario adoptar una perspectiva netamente biológica en el tratamiento del material. Por ejemplo, una monografía en un área interdisciplinaria como la bioquímica, si se presenta como monografía de Biología, se evaluará exclusivamente por el contenido relacionado con la biología.

Las monografías que tratan sobre enfermedades del ser humano frecuentemente pueden abordarse desde diversas perspectivas (biológica, médica, social o económica). Dichas monografías deben centrarse en los aspectos biológicos de la enfermedad, en lugar de en los aspectos médicos de diagnóstico y tratamiento.

De igual manera, las monografías sobre fisiología deportiva y condición física deben concentrarse claramente en aspectos biológicos. Deben explorar las cuestiones desde un punto de vista biológico y brindar explicaciones biológicas de los resultados.

Temas inapropiados

Algunos temas pueden ser inadmisibles porque los métodos necesarios para investigarlos no sean éticos. Por ejemplo:

- Las investigaciones basadas en experimentos que puedan infligir dolor o causar estrés a organismos vivos
- Las investigaciones que puedan afectar la salud (por ejemplo, el cultivo de microorganismos a temperatura corporal, de 37°C, o a una temperatura similar)
- Las investigaciones que impliquen el acceso a información médica confidencial o su divulgación

En todos los casos en los que se utilicen seres humanos como base de una investigación, se deben aportar pruebas claras de su consentimiento informado, en cumplimiento de las pautas del IB.

Algunos temas pueden ser inadecuados por razones de seguridad. Se debe contar con el equipo de seguridad apropiado y la supervisión de una persona debidamente preparada para realizar experimentos en los cuales los alumnos empleen sustancias peligrosas, como:

- Productos químicos tóxicos o peligrosos
- Sustancias cancerígenas
- Materiales radiactivos

Otros temas pueden resultar inadecuados debido a que los resultados de la investigación ya se conocen y se encuentran documentados en libros de texto.

Ejemplos de temas

Estos ejemplos se ofrecen solamente como orientación. Los alumnos deben asegurarse de elegir un tema bien delimitado (columna de la izquierda) en lugar de un tema general (columna de la derecha).

| ✓ | ✗ |
|--|--|
| Temas centrados | Temas generales |
| El efecto de la toxicidad de los detergentes en bacterias del suelo. | Los detergentes y el medio ambiente. |
| Estudio de la desnutrición en los niños en Indonesia y su recuperación tras un período de alimentación mejorada y supervisada. | La desnutrición en los niños. |
| Estudio de los efectos de distintos niveles de pH en el crecimiento de <i>Phaseolus vulgaris</i> . | Los efectos de la acidez en el crecimiento de las plantas. |
| La naturaleza competitiva y evolutiva de las relaciones simbióticas en <i>Paramecium bursaria</i> . | La simbiosis. |
| Los efectos de la cáscara de banana o plátano en la germinación de las semillas. | Los factores que afectan la germinación de las semillas. |
| La electroforesis en gel: construcción de un aparato y separación de proteínas en la leche de vaca tratada térmicamente. | Usos de la técnica de la electroforesis en gel. |

Tratamiento del tema

En la primera parte de la monografía, los alumnos deben explicar cómo llegaron a la pregunta de investigación y cómo lograron hacerla más específica, mediante un breve resumen de los aspectos que no se consideran en el trabajo.

Se les debe animar a formular una o más hipótesis basadas en la pregunta de investigación. Una pregunta bien formulada puede dar lugar a un pequeño número de hipótesis precisas.

Investigación primaria

Las monografías de Biología pueden basarse en datos obtenidos por el alumno mediante:

- Experimentos
- Encuestas o estudios
- Observaciones con el microscopio
- Dibujos sobre aspectos biológicos
- Trabajo de campo
- Otros métodos biológicos adecuados

Las monografías que implican trabajos prácticos realizados en el laboratorio, o trabajos de campo, deben incluir una descripción clara y concisa del procedimiento utilizado.

Los alumnos que adopten un enfoque experimental deben consultar también fuentes secundarias.

Investigación secundaria

Como alternativa, los alumnos pueden basar sus monografías en datos o información provenientes de publicaciones. Lo ideal es que puedan utilizar los datos y manipularlos o analizarlos de una manera original. La repetición de hechos o datos tomados directamente de las fuentes utilizadas tiene un valor muy limitado.

Cualquiera que sea el enfoque adoptado, el alumno debe asegurarse de tener acceso a datos o información suficientes para poder investigar el tema con eficacia.

Los alumnos deben intentar especificar cómo decidieron el enfoque y la metodología de la investigación, e indicar otros enfoques que hayan considerado y desechado.

Supervisión

Lo ideal es que los alumnos realicen la investigación para la monografía con la orientación de un supervisor del colegio solamente. Algunas de las mejores monografías del IB son aquellas que investigan fenómenos relativamente sencillos utilizando el equipo normalmente disponible en cualquier colegio. Recomendamos fomentar este enfoque.

Todos los alumnos deben proporcionar en el trabajo pruebas de su contribución personal al enfoque adoptado y a la selección de los métodos empleados.

Las monografías basadas en investigaciones realizadas por los alumnos en institutos de investigación o universidades, con la orientación de un supervisor externo, deben ir acompañadas de una carta donde se describa la naturaleza de la supervisión y el grado de orientación proporcionado.

Redacción de la monografía

La generación y presentación de datos no debe ser un fin en sí mismo; el análisis mediante técnicas científicas adecuadas es esencial.

La sección principal de la monografía debe consistir en un argumento o evaluación basados en los datos o la información presentada. Los alumnos deben señalar la importancia de los gráficos, tablas o diagramas que hayan incluido.

Los alumnos deben asegurarse de que la sección principal de su monografía esté bien estructurada y tenga un desarrollo lógico obvio. Pueden utilizar párrafos numerados y con encabezamientos diferentes para lograr una estructura clara. La evaluación que presentan debe demostrar que entienden los resultados y su importancia en el contexto de las publicaciones académicas que han consultado sobre el tema.

Los alumnos deben proporcionar alguna explicación sobre las anomalías o resultados inesperados que hayan surgido, así como considerar explicaciones alternativas en relación con sus hallazgos. Si es necesario, deben proponer modificaciones a las hipótesis presentadas anteriormente en el trabajo y deben sugerir un enfoque de investigación para su comprobación.

Se debe animar a los alumnos a evaluar de forma crítica el trabajo que han realizado. En su análisis, deben describir y explicar las limitaciones de la investigación derivadas de factores tales como:

- La adecuación y fiabilidad de las fuentes utilizadas
- La exactitud y precisión de los instrumentos utilizados para las mediciones
- El tamaño de las muestras
- La validez y fiabilidad de las estadísticas

También deben considerarse las limitaciones de tipo biológico, tales como:

- Las que surgen del problema de realizar repeticiones y controlar variables cuando se utilizan materiales vivos
- Las dificultades para hacer generalizaciones a partir de investigaciones basadas en un solo tipo de organismo o entorno

Ejemplos de temas, preguntas de investigación y enfoques propuestos

Una vez que los alumnos hayan identificado un tema y redactado una pregunta de investigación, podrán decidir cómo investigar su respuesta. Puede resultarles útil escribir un enunciado que resuma su enfoque general. Estos ejemplos se ofrecen solamente como orientación.

| | |
|---------------------------|--|
| Tema | El efecto de la salinidad del suelo en la distribución y abundancia de una halófito en una comunidad de marisma |
| Pregunta de investigación | ¿En qué medida la distribución y abundancia de la planta <i>Tripolium pannonicum</i> depende de la salinidad del suelo? |
| Enfoque | Estudio de vegetación empleando técnicas ecológicas como el muestreo por parcelas para medir la distribución y la abundancia de la planta en cuestión, y un medidor de la conductividad para medir la salinidad en muestras del suelo. |

| | |
|---------------------------|--|
| Tema | Ureasa en las semillas de soja |
| Pregunta de investigación | ¿Cómo difiere el nivel de actividad ureásica entre las semillas de soja secas y las frescas? |
| Enfoque | Se extrae la enzima de semillas de soja secas y frescas. Se mide la actividad ureásica mediante un control del pH de la solución empleando un enfoque adecuado, como un indicador o una sonda de pH. |

| | |
|---------------------------|--|
| Tema | Efectos antibacterianos de un extracto vegetal |
| Pregunta de investigación | ¿Qué pruebas hay de las propiedades antibacterianas de un enjuague bucal disponible en el mercado sobre <i>Streptococcus mutans</i> (u otra cepa segura o aprobada) cultivada a 20°C? |
| Enfoque | Se cultiva la bacteria <i>Streptococcus mutans</i> en placas de agar con un caldo de cultivo adecuado. Se colocan sobre las placas inoculadas discos de papel de filtro empapados en diversas concentraciones del extracto de semilla de pomelo, y tras un período de incubación se miden las zonas de inhibición. |

Nota importante sobre el doble uso de material

Los alumnos deben asegurarse de que sus monografías no dupliquen ningún otro trabajo que vayan a presentar en el Programa del Diploma. Por ejemplo, los datos obtenidos para experimentos que se realicen en las clases de ciencias o para la tarea de evaluación interna no pueden utilizarse como base de la monografía de Biología.

La monografía y la evaluación interna de Biología

La monografía de Biología no es una ampliación de la tarea de evaluación interna de la asignatura. Los alumnos deben asegurarse de entender bien las diferencias entre ambas.

- Es más probable que la evaluación interna se centre en el contenido del programa de estudios, mientras que la monografía podría explorar aspectos de biología no abordados en el programa de estudios.
- La evaluación interna debe incluir la obtención y el análisis de datos (provenientes de experimentos prácticos, bases de datos, simulaciones o uso de modelos) y no puede ser simplemente una revisión de la bibliografía especializada.
- La monografía debe construir un marco teórico para la biología subyacente del tema elegido, mientras que la evaluación interna se centra en la aplicación del método científico a un problema de interés y solo incluirá cierta información de contexto.
- La monografía evalúa explícitamente la capacidad de los alumnos de analizar y evaluar argumentos científicos.

Los supervisores desempeñan un papel importante a la hora de orientar a los alumnos con respecto a estas diferencias. Los alumnos corren el riesgo de no obtener el diploma si se detecta conducta impropia.

Interpretación de los criterios de evaluación

Criterio A: Enfoque y método

(Aspectos: Tema, Pregunta de investigación, Metodología)

El tema de la monografía de Biología debe indicarse al principio del trabajo y establecer claramente el contexto de la pregunta de investigación. Debe incluir el área de investigación, el propósito y el objetivo del trabajo.

Normalmente, también resulta adecuado incluir las teorías biológicas generales en que se basa el trabajo, para que se comprenda cómo surgió la pregunta de investigación. Por ejemplo, el tema de una monografía puede ser: "Factores que influyen en la distribución de las praderas marinas en las bahías californianas". La explicación de este tema puede incluir referencias a los ecosistemas costeros, la contaminación, la disminución de las praderas marinas y la posible relación con las poblaciones de nutrias marinas.

La mejor manera de expresar la pregunta de investigación es como pregunta. Debe ser la pregunta formulada con precisión que se intentará responder mediante la investigación. La pregunta de investigación basada en los factores que influyen en la distribución de las praderas marinas en las bahías californianas podría ser: “¿Cómo afectan distintas concentraciones de nitrato de amonio en tanques con agua de mar al crecimiento de praderas marinas (*Zostera spp.*) en un período de tres meses?”.

La pregunta de investigación debe:

- Poderse responder dentro de los límites de recursos, tiempo y palabras con los que cuenta el alumno
- Identificarse con claridad
- Enmarcarse claramente en el contexto académico de la biología
- Ocupar un lugar destacado al principio de la monografía

El alumno puede luego utilizar la pregunta de investigación para formular una o varias hipótesis susceptibles de comprobación.

Los alumnos deben demostrar en su monografía que han planificado bien su investigación. Deben demostrar que han investigado el tema y adoptado un enfoque biológico adecuado para tratar la pregunta de investigación. Esto es aplicable tanto a la investigación de la bibliografía especializada como a la obtención de datos mediante métodos prácticos.

Los alumnos deben demostrar que los métodos y materiales que han elegido son adecuados para tratar la pregunta de investigación. Asimismo, deben explicar los motivos por los que eligieron métodos prácticos. Si realizan trabajo experimental, deben incluir suficiente información sobre su metodología como para que otra persona pueda repetir el mismo trabajo.

Se deben consultar suficientes fuentes, y cada una de ellas debe aportar algo al objetivo que se persigue con la investigación de la monografía. Si el estudio se apoya en la investigación de datos secundarios, los alumnos deben asegurarse de utilizar una gama de fuentes lo suficientemente amplia y de que estas sean fiables.

Si los alumnos han realizado una investigación con supervisión en un laboratorio externo, deben demostrar claramente:

- Su comprensión de los métodos y los materiales empleados
- Su función en la elección y la aplicación de dichos métodos y materiales

Si los alumnos investigan un tema estándar o bien documentado, deben tratar de abordarlo con una nueva perspectiva.

Criterio B: Conocimiento y comprensión

(Aspectos: Contexto, Terminología y conceptos específicos de la asignatura)

No es obligatorio realizar trabajo experimental para la monografía de Biología. Sin embargo, toda investigación empírica debe incorporar los aspectos teóricos pertinentes.

Los materiales consultados deben:

- Ser claramente pertinentes y apropiados para la pregunta de investigación
- Incorporarse eficazmente en la sección principal de la monografía, citando sus fuentes, de un modo que demuestre la comprensión del alumno
- Proceder en su mayoría de fuentes científicas reconocidas

Los alumnos deben demostrar ser capaces de aplicar eficazmente las fuentes y métodos que han seleccionado para establecer conexiones pertinentes y fundamentar su argumento.

Los alumnos deben demostrar que dominan la terminología pertinente y son capaces de utilizarla con fluidez. Al mismo tiempo, es necesario evitar el uso excesivo de jerga biológica y centrarse en una comunicación clara.

Los alumnos deben explicar los términos técnicos empleados y demostrar su comprensión de los mismos utilizándolos adecuadamente en el texto.

Por otra parte, deben intentar aplicar sistemáticamente el mismo estilo lingüístico en toda la monografía.

Los símbolos, las ecuaciones, las cifras significativas y las unidades del SI deben utilizarse de manera adecuada y sistemática.

Criterio C: Pensamiento crítico

(Aspectos: Investigación, Análisis, Discusión y evaluación)

Se entiende por “investigación” tanto la bibliografía especializada como los datos que obtienen y procesan los propios alumnos. En todos los casos, debe ser pertinente a la pregunta objeto de estudio.

Uso de los datos

Se espera que los alumnos analicen los datos y las fuentes, así como las incertidumbres relacionadas con ellos. Este análisis a menudo incluirá:

- Transformaciones matemáticas
- Análisis estadísticos, como la desviación típica y el test t
- Tablas de datos procesados
- Gráficos

Si se realiza un análisis estadístico de los datos, los alumnos deben mostrar claramente en la sección principal de la monografía su comprensión de:

- Por qué se eligió esa medida o prueba concreta
- Cómo se aplicó
- Qué significan los resultados en este contexto

Si se utilizan gráficos, deben seleccionarse y dibujarse correctamente para ilustrar los elementos clave del análisis. Solo deben incluirse si mejoran la comunicación.

Los alumnos deben analizar y presentar los datos de manera que sirvan de fundamento al argumento que conduce a la conclusión y permitan plantearlo con claridad.

Los alumnos deben esforzarse especialmente por mantener un argumento razonado y lógico que se centre en la pregunta de investigación. Si intentan incorporar demasiadas variables, es menos probable que la monografía se centre adecuadamente en el tema y resulte coherente. Una forma de lograr un argumento claro y lógico es haciendo referencia constante a la pregunta de investigación y a las hipótesis derivadas de ella.

Asimismo, debe incluirse en el argumento una evaluación de la medida en que los datos o la información utilizados sirven de fundamento a las hipótesis o permiten responder la pregunta de investigación.

La conclusión o conclusiones extraídas deben basarse en la investigación presentada en la monografía y ser congruentes con ella. Frecuentemente, la investigación biológica genera resultados inesperados, y estos deben señalarse.

Es posible que la investigación no permita responder completamente la pregunta planteada. En esos casos, los alumnos pueden señalar las cuestiones no resueltas y sugerir formas en que estas podrían investigarse.

Los alumnos deben hacer comentarios sobre la cantidad, la calidad y el equilibrio de las fuentes secundarias y los datos utilizados. Asimismo, se espera que demuestren ser conscientes de las posibles limitaciones o incertidumbres inherentes al enfoque que adoptaron. En particular, deben hacer comentarios críticos sobre la validez y la fiabilidad de sus datos en relación con su gestión de las variables de la investigación.

Criterio D: Presentación

(Aspectos: Estructura, Diseño)

Con este criterio se evalúa la medida en que la monografía se ajusta a las normas académicas aceptadas de presentación de trabajos de investigación. Asimismo, se evalúa el grado en que estos elementos favorecen la lectura, la comprensión y la evaluación de la monografía.

Estructura

Los alumnos pueden utilizar párrafos numerados y con encabezamientos diferentes para lograr una estructura clara. Las subsecciones no deben desviar la atención de la estructura general de la monografía o del argumento que se presenta.

Registro de los experimentos

Los alumnos deben adoptar el estilo característico de las publicaciones científicas, en lugar de un estilo propio de una receta de cocina. Al registrar sus experimentos, deben incluir:

- Un diagrama científico con anotaciones para presentar los elementos clave de la instalación
- Datos pertinentes sobre los equipos clave
- Un resumen de los pasos esenciales del procedimiento

Los alumnos deben evitar incluir datos menores o irrelevantes y repeticiones, pero sí deben incluir aquellos elementos necesarios para asegurar la fiabilidad del procedimiento y hacer posible su repetición.

Gráficos, imágenes y tablas

- Cualquier gráfico, imagen o tabla creados por el propio alumno o extraídos de las fuentes de referencia se debe seleccionar y rotular con cuidado. Solo deben utilizarse si están directamente relacionados con la pregunta de investigación, facilitan la comprensión del argumento y son de buena calidad gráfica.
- Las imágenes, gráficos y tablas deben ir acompañados de un análisis y una discusión para demostrar cómo contribuyen al argumento de la monografía.
- Solo los datos procesados que sean importantes para el argumento deben incluirse en la sección principal de la monografía, lo más cerca posible de la primera referencia a los mismos en el texto.
- Cualquier tabla que se utilice debe reforzar una explicación redactada, pero no debe incluir en sí misma una gran cantidad de texto. De lo contrario, dicho texto se incluirá en el cómputo de palabras de la monografía.
- Es importante que las tablas y los gráficos (las leyendas) sean claros y los alumnos deben evitar excederse innecesariamente con el formato, ya que ello puede afectar negativamente a la comunicación.
- Cuando el alumno haya obtenido una gran cantidad de datos brutos, debe presentar en la sección principal de la monografía una muestra representativa de estos datos en una tabla que incluya las incertidumbres y las unidades. Las tablas deben configurarse de manera que muestren claramente la información de la forma más adecuada.
- Las tablas extensas de datos brutos obtenidos por el alumno es mejor incluirlas en un apéndice, debidamente rotuladas.
- Los gráficos que se dibujen a partir de los datos analizados deben seleccionarse para destacar solo los aspectos más pertinentes en relación con el argumento. La utilización excesiva de gráficos y tablas disminuye la calidad general de la comunicación.
- El uso de una tabla de resumen y la combinación de múltiples gráficos en uno solo (mediante familias de curvas) permitirá evitar repeticiones innecesarias.
- Los alumnos deben ilustrar con ejemplos las transformaciones matemáticas clave. Las ecuaciones que se mencionen en el texto deben numerarse.

Debe indicarse la procedencia de todo material que no sea original, prestando especial atención a las referencias bibliográficas de las citas e ideas utilizadas y su conveniente inclusión en la bibliografía. Esto se aplica a material audiovisual, textos, gráficos y datos publicados tanto en formato impreso como electrónico. Si las referencias bibliográficas no cumplen los estándares mínimos que se indican en la guía (nombre del autor, fecha de publicación, título de la fuente y números de página, si corresponde) y si esos estándares no se aplican sistemáticamente, se considerará la monografía como un posible caso de conducta impropia.

Es esencial incluir una bibliografía, que debe presentarse empleando un formato estándar. La página del título, el índice, la numeración de las páginas, etc. deben contribuir a la calidad de la presentación.

La monografía no debe superar las 4.000 palabras. Los gráficos, figuras, cálculos, diagramas, fórmulas y ecuaciones no se incluyen en el cómputo de palabras. Los alumnos deben tener en cuenta que los examinadores no leerán más allá de 4.000 palabras ni evaluarán ningún material que se presente más allá de ese límite.

Criterio E: Compromiso

(Aspectos: Proceso, Objetivo de la investigación)

Este criterio evalúa el compromiso del alumno con el objetivo y el proceso de la investigación. El examinador lo aplica una vez evaluado el trabajo, después de considerar el formulario de reflexión sobre la planificación y el progreso del alumno.

Se espera que los alumnos aporten sus reflexiones sobre el proceso de planificación y de toma de decisiones que afrontaron para completar la monografía. Los alumnos deben demostrar cómo llegaron a elegir el tema, así como los métodos y el enfoque que han utilizado. Este criterio evalúa la medida en que el alumno muestra haber fundamentado las decisiones que tomó durante todo el proceso de planificación, así como las habilidades y la comprensión adquiridas.

Por ejemplo, los alumnos pueden reflexionar sobre:

- El enfoque y las estrategias que eligieron, y su eficacia relativa
- Las habilidades de los *enfoques del aprendizaje* que han desarrollado y el efecto que han tenido en su manera de aprender
- Cómo se desarrolló o cambió su comprensión conceptual como resultado de su investigación
- Los desafíos que surgieron en su investigación y cómo los superaron
- Las preguntas que surgieron como resultado de su investigación
- Lo que harían de manera distinta si tuvieran que realizar la investigación de nuevo

Una reflexión eficaz destaca la trayectoria del alumno durante el proceso de realización de la monografía. Los alumnos deben dar muestras de un pensamiento crítico y reflexivo y no limitarse a describir los procedimientos que han seguido.

Las reflexiones deben permitir al examinador comprender el pensamiento, la creatividad y la originalidad del **alumno** durante el proceso de investigación. La voz del **alumno** debe estar claramente presente y demostrar el aprendizaje que ha tenido lugar.