



**MINISTERIO DE  
EDUCACIÓN**

# **REPOSITORIO DE PREGUNTAS**

para la Prueba Académica de  
Educación Superior para la  
Formación Profesional

# **COMPRENSIÓN LECTORA**

FORMA PARTE DEL GRUPO DE APOYO  
E INFORMACIÓN PRESIONANDO EL ÍCONO



*Educación de calidad, innovadora y abierta al mundo.*

## CONTENIDO

### COMPONENTE: COMPRENSIÓN LECTORA..... 7

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Deforestación y Cambio Climático en los Andes Bolivianos:<br>Una Perspectiva Histórica y Evolutiva.....               | 7  |
| Educación Digital y la Brecha de Conectividad en Bolivia: Desafíos Actuales<br>y Soluciones Emergentes.....           | 16 |
| Historia y evolución del Internet en Bolivia: de los primeros enlaces a<br>la era de la conectividad 5G .....         | 26 |
| Impacto de la digitalización y las redes sociales en la participación<br>política de los jóvenes bolivianos .....     | 35 |
| Inteligencia artificial en la educación boliviana: oportunidades, retos<br>y perspectivas científicas.....            | 44 |
| Inteligencia artificial en la educación boliviana: oportunidades, retos<br>y perspectivas científicas.....            | 54 |
| Salud y sostenibilidad: Impacto del cambio climático en las enfermedades<br>transmitidas por vectores en Bolivia..... | 64 |
| Economía circular y gestión de residuos en Bolivia .....                                                              | 74 |
| Resistencia a los antibióticos: desafío actual y soluciones emergentes en Bolivia .....                               | 84 |
| Gestión sostenible de los recursos hídricos frente al retroceso<br>de los glaciares del Altiplano boliviano .....     | 94 |

### COMPONENTE: RAZONAMIENTO LÓGICO ..... 104

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| Identificación de Patrones .....          | 104 |
| Razonamiento Lógico Matemático .....      | 125 |
| Resolución de Problemas Matemáticos ..... | 151 |

### COMPONENTE: CONOCIMIENTOS GENERALES ..... 173

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Disciplina: FÍSICA.....     | 173 |
| Disciplina: MATEMÁTICA..... | 177 |
| Disciplina: QUÍMICA.....    | 181 |
| Disciplina: GEOGRAFÍA.....  | 186 |



|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| Disciplina: PSICOLOGÍA.....                          | 192        |
| Disciplina: FILOSOFÍA.....                           | 196        |
| Disciplina: HISTORIA.....                            | 201        |
| Disciplina: BIOLOGÍA.....                            | 206        |
| Disciplina: TÉCNICA TECNOLÓGICA.....                 | 212        |
| Disciplina: LENGUAJE .....                           | 215        |
| <b>COMPONENTE: HABILIDADES SOCIOEMOCIONALES.....</b> | <b>222</b> |

## REPOSITORIO DE PREGUNTAS PARA LA PRUEBA ACADÉMICA DE EDUCACIÓN SUPERIOR PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL

Este repositorio centraliza el banco de preguntas diseñado para la prueba de admisión a la educación superior de formación profesional. El material tiene como objetivo principal orientar y preparar a los aspirantes durante su proceso de postulación.

La evaluación se organiza en los siguientes cuatro componentes:

1. Comprensión Lectora
2. Razonamiento Lógico
3. Conocimientos Generales
4. Habilidades Socioemocionales

**Cabe destacar que cada ítem del repositorio incluye su respectivo sustento. Este se define como la justificación técnica o teórica que, basada en principios disciplinares, permite validar y seleccionar la opción correcta.**

A continuación, se efectúa una breve descripción del primero de ellos.

### COMPONENTE: COMPRENSIÓN LECTORA

Se evaluará la manera en que la persona postulante comprende y analiza los textos que se le presenten. No se trata de medir cuánto sabe sobre un tema, sino cómo identifica las ideas principales, reconoce detalles importantes e interpreta información que en ocasiones no aparece de manera explícita. Asimismo, se observará su capacidad para relacionar ideas y realizar deducciones a partir de lo que lee. En otras palabras, se valorará la forma en que comprende y reflexiona sobre un texto, tal como lo hará posteriormente en su formación como maestra o maestro.

#### Deforestación y Cambio Climático en los Andes Bolivianos: Una Perspectiva Histórica y Evolutiva

##### Resumen

La región andina de Bolivia ha experimentado una transformación profunda de sus ecosistemas forestales desde tiempos precolombinos hasta la actualidad. Este artículo revisa la secuencia histórica de la deforestación, sus causas estructurales y sus efectos sobre el balance climático local y regional. Se analizan los patrones de uso de la tierra en la era prehispánica, la expansión agropecuaria durante la colonización española, la explotación minera e hidroeléctrica del siglo XX y la actual presión de la agricultura comercial y la extracción de madera. A través de datos de satélites y estudios de campo, se cuantifica la pérdida de cobertura forestal (aproximadamente 15 % entre 1990

y 2020) y se relaciona con el aumento de la temperatura media ( $\approx 0,6^{\circ}\text{C}$ ) y la variabilidad de precipitaciones. El artículo discute los mecanismos de retroalimentación entre la pérdida de bosque y el cambio climático, y plantea opciones de gestión basada en conocimientos tradicionales y políticas de conservación. La intención es ofrecer a los jóvenes lectores una visión integral que combine historia, ciencia y contexto boliviano, facilitando la comprensión crítica de uno de los mayores retos ambientales de la región.

##### Introducción

Los Andes bolivianos constituyen una cadena montañosa que alberga una gran diversidad de ecosistemas, desde bosques tropicales en los

valles de los Yungas hasta bosques de niebla en la zona altitudinaria. Estos bosques no solo son hábitats de especies endémicas, sino que también desempeñan funciones climáticas esenciales: regulan la temperatura, retienen agua y capturan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Sin embargo, la cobertura forestal ha sido reducida de manera sostenida a lo largo de varios siglos, lo que ha alterado significativamente los procesos climáticos locales.

Comprender la deforestación como un fenómeno histórico permite identificar las causas estructurales y los momentos críticos en los que la actividad humana empezó a modificar de forma irreversible los paisajes. Además, la perspectiva evolutiva ayuda a reconocer qué prácticas antiguas podrían incorporarse a estrategias contemporáneas de restauración. Este artículo sigue una línea temporal que parte de la ocupación precolombina, atraviesa la época colonial y la industrialización, y llega a la actualidad, examinando en cada etapa los impactos sobre el clima.

## Desarrollo

### 1. Los Andes antes del contacto europeo: manejo forestal tradicional

En la zona de los Yungas, los pueblos originarios —como los Aymara y los Guaraní— practicaban una forma de agroforestería que combinaba cultivos alimentarios (maíz, papa, plátano) con árboles nativos de corte moderado. Esta estrategia, conocida como sistema agroforestal, favorecía la conservación del suelo y la regulación hídrica. Los estudios arqueológicos indican que la densidad forestal en el siglo XV era aproximadamente un 85 % del área total, con claros creados intencionalmente para la agricultura, pero sin eliminar la mayor parte del dosel arbóreo (Miller, 2018).

### 2. La colonización española y la expansión agropecuaria

Con la llegada de los conquistadores en el siglo XVI, la demanda de oro y plata impulsó la extracción minera intensiva y la apertura de rutas de transporte que requirieron la tala de bosques para la construcción de carreteras y la obtención de leña. Además, la introducción del ganado vacuno y ovino generó una presión adicional: los pastizajes necesitaban ser despejados, y el sobrepastoreo provocó la erosión del suelo. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) de Bolivia, la superficie

forestal disminuyó de 4,9 millones de hectáreas en 1900 a 3,9 millones en 1960, una reducción del 20 % en poco más de un siglo (INE, 2021).

### 3. Industrialización y políticas de desarrollo en el siglo XX

A partir de la década de 1960, el Estado boliviano implementó planes de desarrollo que favorecían la expansión de la agricultura comercial, particularmente la soja y el maíz de alto rendimiento. La construcción de la carretera Cochabamba-Santa Cruz, finalizada en 1978, abrió vastas áreas del bosque subtropical a la colonización de campesinos y empresas agroindustriales. El uso de imágenes satelitales del programa Landsat permitió cuantificar la aceleración de la deforestación: entre 1990 y 2005, la pérdida anual media fue de 32 000 ha, y la tasa se incrementó a 45 000 ha/año entre 2005 y 2020 (FAO, 2022).

Esta expansión agrícola se ha asociado a cambios climáticos locales. El modelo de balance energético muestra que la reducción del albedo (reflectancia de la superficie) y la pérdida de la transpiración vegetal disminuyen el flujo de energía latente, aumentando la temperatura de la superficie. En forma simplificada, la energía neta  $Q$  se expresa como

$$Q = R_n - G - H - LE,$$

donde  $R_n$  es la radiación neta,  $G$  el flujo de calor al suelo,  $H$  el calor sensible y  $LE$  el calor latente (transpiración). La disminución de  $LE$  al perderse los bosques eleva  $H$  y, por ende, la temperatura del aire (Gomez et al., 2020).

### 4. Impactos climáticos y retroalimentaciones

El incremento de la temperatura media en la zona andina de Bolivia se ha registrado en 0,6 °C entre 1990 y 2020 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, 2023). Simultáneamente, la variabilidad de las precipitaciones ha aumentado, con periodos de sequía más intensos que afectan la disponibilidad de agua para la agricultura y la generación hidroeléctrica. La pérdida de bosque reduce la capacidad de retención de agua en el suelo, amplificando los efectos de la sequía.

Una retroalimentación clave es el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema forestal. Según la base de datos Global Fire Emissions Database (GFED), Bolivia emitió aproximadamente 12 MtCO<sub>2</sub> al año entre 2000

y 2015 como resultado de incendios y quema de residuos agrícolas. Estas emisiones, a su vez, intensifican el calentamiento global y potencian la frecuencia de incendios, creando un círculo vicioso.

### 5. Respuestas actuales y perspectivas de gestión

En los últimos años, el gobierno boliviano, junto a organizaciones no gubernamentales y comunidades indígenas, ha promovido iniciativas de restauración forestal y pagos por servicios ambientales (PSA). El programa *Biodiversidad Andina* (2020-2024) ha sembrado 3,5 millones de árboles nativos en áreas degradadas de los Yungas, con la participación activa de campesinos que reviven prácticas agroforestales tradicionales.

Los conocimientos ancestrales, como la rotación de cultivos y la gestión comunitaria de recursos forestales, ofrecen modelos resilientes frente al cambio climático. Integrar estos saberes con tecnologías de monitoreo satelital permite una gestión adaptativa: los datos de

sensores térmicos identifican zonas con mayor estrés hídrico, mientras que la ciencia del suelo orienta la selección de especies nativas con alta tolerancia a la sequía.

### Conclusiones

La deforestación en los Andes bolivianos es un proceso con profundas raíces históricas que ha evolucionado desde manejos forestales sostenibles en la época precolombina hasta la explotación intensiva de recursos naturales en la era moderna. Cada fase ha dejado una huella en el clima local, incrementando la temperatura, alterando los patrones de lluvia y generando retroalimentaciones que potencian la pérdida de bosque. Sin embargo, la existencia de saberes tradicionales y la creciente implementación de políticas de restauración ofrecen caminos viables para mitigar estos efectos. Un enfoque que combine la historia del uso del suelo, la ciencia climática y la participación comunitaria será esencial para lograr la conservación de los bosques andinos y la estabilidad climática de la región.

### Referencias bibliográficas

- FAO. (2022). *Estado de los bosques del mundo 2022*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Gomez, L., Pérez, M., & Salazar, R. (2020). Influencia de la deforestación en el balance energético de la región andina. *Journal of Climate Science*, 35(4), 112-127.
- INE. (2021). *Indicadores forestales de Bolivia 1900-2020*. Instituto Nacional de Estadística de Bolivia.
- Miller, J. (2018). Pre-columbian agroforestry systems in the Yungas of Bolivia. *Latin American Antiquity*, 29(2), 225-240.
- SENAMHI. (2023). *Informe de variabilidad climática en Bolivia 1990-2022*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Global Fire Emissions Database (GFED). (2022). *Annual fire emissions report*. Retrieved from <https://www.globalfiredata.org>

**Pregunta 1: Según el artículo, ¿cuál fue la reducción porcentual de la superficie forestal entre 1900 y 1960 y cómo se compara con la pérdida de cobertura forestal entre 1990 y 2020?**

### Sustento

El párrafo sobre la colonización española indica que la superficie forestal pasó de 4,9 millones a 3,9 millones de hectáreas entre 1900 y 1960, lo que corresponde a una reducción del 20 % (INE, 2021). En el resumen y

la sección de impactos climáticos se menciona que la pérdida de cobertura forestal entre 1990 y 2020 fue de aproximadamente el 15 % (datos satelitales).

**Pregunta 2: Del análisis presentado se desprende que, ¿cuáles son los problemas identificados que el artículo señala como consecuencias de la deforestación en los Andes bolivianos?**

#### **Sustento**

La sección “Impactos climáticos y retroalimentaciones” indica que la deforestación ha generado un aumento de la temperatura media de 0,6 °C, una mayor variabilidad de precipitaciones con sequías más intensas, una disminución de la capacidad del suelo para retener agua y un aumento de emisiones de CO<sub>2</sub> (≈ 12 MtCO<sub>2</sub> /año entre 2000-2015) debido a la quema forestal.

**Pregunta 3: Del análisis presentado se desprende que, en la cadena de procesos que relaciona la deforestación con el aumento de la temperatura en los Andes bolivianos, ¿cuál es el primer factor técnico mencionado?**

#### **Sustento**

En la sección “Industrialización y políticas de desarrollo en el siglo XX” se describe el modelo de balance energético: “La reducción del albedo (reflectancia de la superficie) y la pérdida de la transpiración vegetal disminuyen el flujo de energía latente, aumentando la temperatura de la superficie”. El texto menciona primero la reducción del albedo como factor que desencadena la cadena de efectos que lleva al aumento de la temperatura.

**Pregunta 4: La lectura del texto permite identificar que, entre 1990 y 2020, la pérdida de cobertura forestal en los Andes bolivianos fue aproximadamente del 15 % y el aumento de la temperatura media fue de 0,6 °C.**

#### **Sustento**

Los datos explícitos del artículo indican que la pérdida de cobertura forestal entre 1990 y 2020 fue de aproximadamente 15 %, y en la sección “Impactos climáticos y retroalimentaciones” se reporta un incremento de la temperatura media de 0,6 °C para el mismo período.

**Pregunta 5: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué proceso técnico se ve incrementado directamente por la reducción del calor latente (LE) tras la pérdida de bosques, contribuyendo al aumento de la temperatura del aire?**

#### **Sustento**

La disminución del LE al perderse los bosques eleva el H y, por ende, la temperatura del aire” (Gómez et al., 2020). Esto muestra que la reducción del calor latente provoca un aumento del calor sensible, que es el proceso técnico directamente involucrado en el calentamiento del aire.

**Pregunta 6: Del análisis presentado se desprende que, ¿cuál de los siguientes conjuntos de actores se menciona en el artículo como participantes tanto en la causa histórica de la deforestación como en las respuestas actuales al problema?**

#### **Sustento**

El artículo menciona explícitamente a los pueblos originarios (Aymara y Guaraní) en la sección “Los Andes antes del contacto europeo”, a los colonizadores españoles en “La colonización española y la expansión agropecuaria”, al gobierno boliviano en “Industrialización y políticas de desarrollo en el siglo XX” y en “Respuestas actuales y perspectivas de gestión”, y a organizaciones no gubernamentales y comunidades indígenas en los mismos últimos párrafos donde se describen iniciativas de restauración forestal y pagos por servicios ambientales.

**Pregunta 7: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál de las siguientes afirmaciones compara mejor el impacto de la expansión agropecuaria durante la colonización española con el de la expansión agrícola comercial del siglo XX sobre el aumento de la temperatura local?**

**Sustento**

El artículo indica que la expansión agrícola del siglo XX aceleró la deforestación (de 32 000 ha/año a 45 000 ha/año entre 1990-2020) y está vinculada a una disminución del flujo de calor latente (LE), lo que eleva la temperatura del aire. En cambio, la colonización española del siglo XVI provocó deforestación para minería y pastoreo, pero a una escala mucho menor y sin mencionar efectos directos sobre la temperatura; su impacto climático se describió como indirecto y menos pronunciado. Por lo tanto, la comparación que atribuye un mayor incremento térmico a la expansión agrícola del siglo XX es la que mejor refleja la información dispersa del texto.

**Pregunta 8: Del análisis presentado se desprende que, al comparar el mecanismo de retroalimentación climática descrito para la pérdida de bosques con el papel de los sistemas agroforestales tradicionales, ¿cuál de las siguientes afirmaciones refleja con mayor precisión la diferencia clave entre ambos procesos?**

**Sustento**

Porque el texto indica que la deforestación disminuye el flujo de calor latente (LE) y, por tanto, eleva el calor sensible (H) y la temperatura del aire. En contraste, los sistemas agroforestales precolombinos combinaban cultivos con árboles, favoreciendo la conservación del suelo y la regulación hídrica, lo que implica una transpiración vegetal sostenida y un mayor LE, mitigando el aumento térmico.

**Pregunta 9: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué principio general se puede extraer sobre las consecuencias sociales de la deforestación en los Andes bolivianos?**

**Sustento**

La deforestación reduce la capacidad de retención de agua y aumenta la vulnerabilidad de los suelos, lo que afecta directamente a las poblaciones locales que dependen de estos recursos. Además, se enfatiza que la restauración requiere la integración de saberes tradicionales y la participación activa de comunidades indígenas, lo que indica que la mitigación de los efectos sociales depende de estos factores.

**Pregunta 10: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué efecto indirecto es probable que tenga la ampliación del programa *Biodiversidad Andina* (2020-2024) sobre la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios locales frente a la variabilidad de precipitaciones?**

**Sustento**

La pérdida de bosque reduce la capacidad de retención de agua en el suelo, amplificando los efectos de la sequía. Asimismo, se menciona que el programa *Biodiversidad Andina* ha sembrado 3,5 millones de árboles nativos y que la integración de saberes tradicionales con tecnologías de monitoreo permite una gestión adaptativa que identifica zonas con mayor estrés hídrico. De manera implícita, la restauración forestal incrementa la retención de agua y modula el microclima, lo que debería reducir la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios ante la mayor variabilidad de precipitaciones.

**Pregunta 11: Según el artículo, ¿qué es probable que ocurra si la tendencia actual de expansión agrícola y pérdida de bosques en los Andes bolivianos continúa sin cambios durante la próxima década?**

**Sustento**

Porque el artículo muestra que entre 1990 y 2020 la temperatura media aumentó 0,6 °C y la pérdida forestal se aceleró a 45 000 ha/año entre 2005 y 2020. Estos datos indican una tendencia clara de calentamiento asociado

a la deforestación. Además, se explica que la reducción del flujo latente (LE) eleva el calor sensible (H), lo que eleva la temperatura del aire y favorece sequías más intensas y mayor frecuencia de incendios, generando mayores emisiones de CO<sub>2</sub> que retroalimentan el proceso. Por lo tanto, si la pérdida de bosques y la expansión agrícola continúan, se espera otro aumento de temperatura (al menos 0,3 °C en la próxima década) y más sequías e incendios.

**Pregunta 12: De acuerdo con el texto, ¿cuál de las siguientes afirmaciones compara de manera más precisa los efectos de la disminución del flujo latente (LE) y del aumento del albedo sobre el balance energético y el calentamiento local en los Andes bolivianos?**

#### Sustento

La pérdida de bosque reduce el flujo de energía latente (LE), lo que disminuye la transpiración y eleva el calor sensible (H), incrementando la temperatura local. Asimismo, menciona que la reducción del albedo (superficies más oscuras) disminuye la reflectancia y, por tanto, la radiación neta ( $R_n$ ) absorbida, lo que tiende a moderar el calentamiento al reducir la energía disponible para calentamiento directo.

**Pregunta 13: De acuerdo con el texto, ¿qué diferencia más significativa se puede inferir entre la forma en que la deforestación afectó el balance energético durante la colonización española y la que se observa en la expansión agrícola del siglo XXI?**

#### Sustento

La colonización española, la tala de bosques para carreteras y la introducción de ganado provocó sobrepastoreo y erosión del suelo, lo que afecta la retención hídrica. En contraste, en artículo también explica que la expansión agrícola del siglo XXI reduce el flujo latente (LE) al perderse la transpiración vegetal, lo que eleva el calor sensible (H) y, consecuentemente, la temperatura del aire.

**Pregunta 14: Del análisis presentado se desprende que la iniciativa *Biodiversidad Andina* (2020-2024) tiene como objetivo principal...**

#### Sustento

El programa *Biodiversidad Andina* (2020-2024) ha sembrado 3,5 millones de árboles nativos en áreas degradadas de los Yungas y que revive prácticas agroforestales tradicionales, con la finalidad de restaurar bosques y aportar resiliencia frente al cambio climático.

**Pregunta 15: Basándose en la información proporcionada, ¿qué efecto indirecto es probable que haya tenido la apertura de la carretera Cochabamba-Santa Cruz (finalizada en 1978) sobre la capacidad de los pueblos indígenas de los Yungas para mantener sus sistemas agroforestales tradicionales?**

#### Sustento

La carretera Cochabamba-Santa Cruz, finalizada en 1978, “abrió vastas áreas del bosque subtropical a la colonización de campesinos y empresas agroindustriales”. Esta apertura propició una aceleración de la deforestación, lo que implica una disminución del bosque disponible para los sistemas agroforestales tradicionales de los pueblos indígenas. Por otra parte, “el gobierno boliviano, junto a organizaciones no gubernamentales y comunidades indígenas, ha promovido iniciativas de restauración forestal y pagos por servicios ambientales”, lo que sugiere que los pueblos tuvieron que recurrir a estas políticas como respuesta a la pérdida de sus áreas de manejo tradicional.

**Pregunta 16: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué consecuencia a largo plazo se puede deducir de la disminución del flujo de calor latente (LE) ocasionada por la deforestación en los Andes bolivianos?**

**Sustento**

La deforestación reduce el flujo de calor latente (LE), lo que eleva el calor sensible (H) y, por ende, la temperatura de la superficie (“la disminución de LE al perderse los bosques eleva H y, por ende, la temperatura del aire”). Además, en la sección de retroalimentaciones se menciona que el aumento de emisiones de CO<sub>2</sub> proviene de la quema forestal y que estas emisiones intensifican el calentamiento global, potenciando la frecuencia de incendios. De esta forma, se puede inferir que la disminución de LE no solo calienta el aire, sino que crea condiciones más propicias para incendios más frecuentes e intensos, aunque el texto no lo declara explícitamente.

**Pregunta 17: El artículo señala que, a partir de los ejemplos históricos y los datos climáticos presentados, ¿qué principio general se puede extraer sobre la relación entre la deforestación y el clima en los Andes bolivianos?**

**Sustento**

La pérdida de bosque reduce el flujo de calor latente (LE) asociado a la transpiración, lo que incrementa el calor sensible (H) y, por ende, la temperatura del aire. Además, se menciona que esa reducción de LE y el aumento de temperatura están vinculados a una mayor variabilidad de precipitaciones y a una retroalimentación que intensifica incendios y deforestación.

**Pregunta 18: El artículo señala que la iniciativa *Biodiversidad Andina* (2020-2024) fue implementada principalmente con la finalidad de:**

**Sustento**

El programa *Biodiversidad Andina* ha sembrado 3,5 millones de árboles nativos en áreas degradadas y que involucra a campesinos que reviven prácticas agroforestales tradicionales, con el objetivo de restaurar bosques y, por ende, mejorar la retención hídrica y la captura de CO<sub>2</sub>. La iniciativa busca “restauración forestal” y “pago por servicios ambientales”, lo que implica reforzar los servicios ecosistémicos climáticos.

**Pregunta 19: Según el artículo, ¿cuál es la finalidad principal de combinar los conocimientos agroforestales tradicionales con tecnologías de monitoreo satelital en los programas de restauración forestal actuales?**

**Sustento**

La integración de saberes ancestrales con monitoreo satelital permite “una gestión adaptativa: los datos de sensores térmicos identifican zonas con mayor estrés hídrico, mientras que la ciencia del suelo orienta la selección de especies nativas con alta tolerancia a la sequía”. Este propósito se centra en mejorar la resiliencia de la restauración frente a condiciones climáticas adversas.

**Pregunta 20: El artículo señala que la pérdida de bosque en los Andes bolivianos reduce la retención de agua y aumenta la variabilidad de precipitaciones; ¿qué consecuencia social se puede deducir de este proceso?**

**Sustento**

La deforestación disminuye la capacidad del suelo para retener agua y aumenta la variabilidad de precipitaciones, lo que intensifica sequías que afectan la disponibilidad de agua para la agricultura y la generación hidroeléctrica. Estas condiciones generan mayor vulnerabilidad de los campesinos, quienes dependen del agua para cultivos y ganadería, y pueden verse forzados a migrar a zonas urbanas en busca de medios de vida más seguros.

**Pregunta 21: Según el artículo, ¿qué principio general se puede extraer de las soluciones propuestas para mitigar la deforestación en los Andes bolivianos?**

**Sustento**

La combinación de conocimientos tradicionales (saberes ancestrales) con tecnologías de monitoreo satelital permite una gestión adaptativa de la restauración forestal. Esta integración se presenta como una línea central de las iniciativas de restauración y pagos por servicios ambientales.

**Pregunta 22: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál de las siguientes consecuencias sociales relacionadas con la deforestación y el cambio climático en los Andes bolivianos no es contemplada en el análisis del autor?**

**Sustento**

El artículo describe detalladamente los impactos climáticos y menciona iniciativas de restauración y participación comunitaria, nunca aborda explícitamente el posible desplazamiento forzado de poblaciones indígenas originarias provocado por la expansión agrícola y la construcción de carreteras.

**Pregunta 23: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor una implicación ética de promover la expansión de la agricultura comercial en los Andes bolivianos sin integrar los saberes agroforestales tradicionales?**

**Sustento**

El artículo subraya que la integración de conocimientos ancestrales (p.ej., rotación de cultivos y gestión comunitaria) es esencial para una restauración resiliente y que la exclusión de estas prácticas perpetuaría desigualdades sociales y culturales. Además, se menciona que iniciativas como el programa *Biodiversidad Andina* buscan revitalizar saberes tradicionales, lo que indica una dimensión ética al reconocer y valorar a las comunidades indígenas.

**Pregunta 24: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuáles son las principales implicaciones ambientales de la retroalimentación entre la deforestación y el cambio climático descrita?**

**Sustento**

El artículo señala que la pérdida de bosque disminuye el flujo latente de energía (LE), lo que eleva la temperatura del aire, y que la quema de residuos forestales emite alrededor de 12 MtCO<sub>2</sub> al año. Además, la reducción del dosel disminuye la retención de agua en el suelo, intensificando la sequía y facilitando incendios, como se describe en la discusión de retroalimentaciones climáticas.

**Pregunta 25: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cómo difiere la propuesta de gestión futura de una estrategia que se basara exclusivamente en tecnologías de monitoreo satelital sin integrar saberes tradicionales?**

**Sustento**

El programa *Biodiversidad Andina* incorpora saberes tradicionales (rotación de cultivos, gestión comunitaria) y que, al mismo tiempo, se utilizan tecnologías de monitoreo satelital y sensores térmicos para identificar zonas con mayor estrés hídrico, describiendo un enfoque híbrido. Las opciones 1, 2 y 3 distorsionan la información del artículo: no se menciona una plantación exclusiva de especies exóticas, ni se limita la propuesta a PSA sin tecnología, ni se plantea que el sector privado sea el único agente de la gestión futura.

**Pregunta 26: Del análisis presentado se desprende que, para una evaluación completa del balance energético regional, ¿qué factor relevante no ha sido considerado por el autor?**

**Sustento**

La pérdida de cobertura forestal y su efecto en el balance energético (párrafo 3, ecuación  $Q = R_n - G - H - LE$ ) y menciona la expansión agrícola y minera como causas principales, pero no aborda la posible expansión urbana ni otras conversiones de suelo que tampoco están cubiertas por bosques. Estas áreas, aunque no forestales, pueden alterar la reflectancia (albedo) y la evaporación, afectando directamente  $H$  y, por ende, la temperatura regional.

**Pregunta 27: Del análisis presentado se desprende que el autor omite considerar cuál de los siguientes factores al evaluar los impactos climáticos de la deforestación en los Andes bolivianos?**

**Sustento**

El artículo describe detalladamente procesos biogeoquímicos y energéticos (albedo, emisiones de  $CO_2$ , flujo de calor latente) y utiliza datos satelitales para cuantificar la pérdida forestal, no aborda el componente socio-económico que impulsa la expansión agrícola, como las políticas de mercado y la demanda internacional de soja. Esta ausencia representa un sesgo metodológico al centrarse exclusivamente en variables físicas sin considerar los motores económicos que, según la literatura, son clave en la deforestación contemporánea.

**Pregunta 28: De acuerdo con el texto, ¿qué tipo de evidencia adicional sería necesaria para reforzar el argumento de que la expansión agropecuaria durante la colonización española provocó una erosión significativa del suelo?**

**Sustento**

Se describe cómo la introducción del ganado durante la colonización española generó sobrepastoreo y erosionó el suelo, pero el texto no aporta datos cuantitativos de esa erosión. Por ello, la evidencia más adecuada para fortalecer el argumento sería la realización de estudios de campo que midan directamente la pérdida de capa superficial del suelo en las áreas afectadas y la comparen con zonas no intervenidas, lo que permite establecer una relación causal clara.

**Pregunta 29: La lectura del texto permite identificar que el argumento del autor, según el cual la disminución del flujo de calor latente (LE) por la pérdida de bosque eleva directamente la temperatura del aire al incrementar el calor sensible (H), es:**

**Sustento**

El texto presenta explícitamente la ecuación del balance energético  $Q = R_n - G - H - LE$  y afirma que la disminución de  $LE$  al perderse los bosques eleva  $H$  y, en consecuencia, la temperatura del aire (Gómez et al., 2020). Este razonamiento está respaldado por la explicación del modelo, lo que confiere validez al argumento del autor.

**Pregunta 30: Considerando lo mencionado en el texto, ¿qué tan válido es el argumento del autor sobre la efectividad de los pagos por servicios ambientales (PSA) como solución para mitigar la deforestación en los Andes bolivianos?**

**Sustento**

El programa *Biodiversidad Andina* (2020-2024) ha sembrado 3,5 millones de árboles nativos y junto a los pagos por servicios ambientales, se busca integrar saberes tradicionales para restaurar bosques. Esta información sustenta que los PSA forman parte de una estrategia con resultados concretos, aunque el texto no ofrece métricas exactas de reducción de deforestación, lo que justifica calificar el argumento como razonablemente válido.

## Educación Digital y la Brecha de Conectividad en Bolivia: Desafíos Actuales y Soluciones Emergentes

### Resumen

El proceso de digitalización de la educación ha cobrado una relevancia sin precedentes tras la pandemia de COVID 19, revelando y ampliando la brecha de conectividad en países en desarrollo. En Bolivia, la transición hacia modalidades híbridas y a distancia confronta limitaciones estructurales como la falta de infraestructura de internet en zonas rurales, la escasa disponibilidad de dispositivos electrónicos y la desigualdad en la preparación docente. Este artículo revisa la evidencia empírica disponible sobre el nivel de acceso a tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el sistema educativo boliviano, analiza los impactos de la brecha digital en el rendimiento académico y la equidad, y discute iniciativas públicas y privadas que buscan mitigar estos problemas. Se presentan datos de organismos internacionales y nacionales que muestran que, a finales de 2023, solo el 42 % de los estudiantes de educación primaria y el 58 % de los de secundaria tenían acceso regular a una conexión de banda ancha en el hogar. A partir de este diagnóstico, se evalúan propuestas como la expansión de la red de fibra óptica en áreas campesinas, los programas de dispositivos compartidos en centros comunitarios y la capacitación docente en metodologías de aprendizaje en línea. El artículo concluye con una reflexión sobre la necesidad de políticas integradas que consideren la infraestructura, la formación docente y la participación comunitaria como pilares para una educación digital inclusiva en Bolivia.

### Introducción

La educación ha experimentado una transformación acelerada por la emergencia sanitaria global, obligando a los sistemas escolares a adoptar modalidades de enseñanza remota casi de manera instantánea. En contextos con alta

penetración de internet, este cambio ha sido más fluido; sin embargo, en Bolivia, donde la geografía montañosa y la dispersión de la población rural dificultan la infraestructura de telecomunicaciones, la digitalización ha puesto de manifiesto una brecha de conectividad que amenaza la igualdad de oportunidades educativas. La brecha digital se define como la diferencia entre quienes pueden acceder

y utilizar eficazmente las TIC y quienes no lo pueden, y se traduce en disparidades en el acceso a recursos pedagógicos, interacción docente estudiante y evaluación continua (UNESCO, 2022). Este artículo explora, desde una perspectiva científica, los principales desafíos que enfrenta la educación digital en Bolivia y las soluciones emergentes que están tomando forma en la política pública y en la innovación social.

### Desarrollo

#### 1. Panorama de la conectividad y su impacto en el aprendizaje

Los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) revelan que, en 2023, la tasa de acceso a internet en hogares urbanos alcanzó el 71 %, mientras que en áreas rurales se situó en apenas el 33 % (INE, 2023). Esta disparidad se refleja en el desempeño académico: estudiantes con acceso regular a internet mostraron, en promedio, un aumento del 12 % en sus puntajes de matemática y lectura en los exámenes estandarizados nacionales, comparado con sus pares sin acceso (Banco Mundial, 2023). La falta de conectividad limita la capacidad de los docentes para emplear plataformas de gestión del aprendizaje (LMS) y dificulta la participación de los estudiantes en actividades interactivas, provocando deserción y rezago escolar.

En la práctica cotidiana, un estudiante de la comunidad de San Ignacio, ubicada en el departamento de Puno, debe recorrer más de dos horas a pie para llegar al centro de conectividad más cercano. La imposibilidad de asistir a clases virtuales en tiempo real obliga a los docentes a enviar materiales en formato PDF que quedan sin la retroalimentación inmediata que ofrece la interacción sincrónica. Este caso ilustra cómo la brecha de conectividad se traduce en una brecha de aprendizaje, perpetuando desigualdades socio-económicas históricas.

#### 2. Factores estructurales que perpetúan la brecha

La insuficiente infraestructura de telecomunicaciones constituye el primer obstáculo. Según la Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transportes (ATT), la cobertura de fibra óptica

en el territorio nacional alcanza sólo el 24 % de los municipios, concentrándose principalmente en la zona de Santa Cruz y La Paz (ATT, 2022). Además, la disponibilidad de dispositivos, como computadoras portátiles o tabletas, es limitada: la Encuesta de Equipamiento Escolar muestra que el 38 % de las escuelas rurales carecen de al menos un computador por cada veinte estudiantes.

Otro factor relevante es la preparación docente. La transición abrupta a la educación en línea reveló que muchos profesores no estaban familiarizados con herramientas digitales, lo que redujo la calidad de la enseñanza. Un estudio del Ministerio de Educación (2021) indica que sólo el 27 % de los docentes de educación secundaria había recibido capacitación formal en pedagogía digital antes de la pandemia.

### **3. Soluciones emergentes y buenas prácticas**

#### ***Expansión de infraestructura***

En respuesta, el gobierno boliviano lanzó en 2022 el Programa Nacional de Conectividad Rural (PNCR), cuyo objetivo es instalar 1 200 kilómetros de fibra óptica en comunidades campesinas antes de 2025. La ejecución del proyecto se apoya en alianzas público privadas con empresas de telecomunicaciones, lo que ha permitido reducir el costo promedio por kilómetro en un 15 % respecto a estimaciones previas (Ministerio de Obras Públicas, 2023). Asimismo, se está implementando la tecnología de radio enlace de corto alcance en zonas de difícil acceso, una solución que ha demostrado efectividad en la región del Beni, donde la topografía dificulta la instalación de cables subterráneos.

#### ***Programas de dispositivos compartidos***

Otra estrategia consiste en la creación de “bibliotecas digitales” comunitarias, espacios equipados con computadoras, tablets y acceso a internet de alta velocidad que funcionan como centros de aprendizaje fuera del horario escolar. En la localidad de Tarija, la organización No Profit “ConectaTi” gestionó la donación de 120 tablets que son rotativas entre escuelas y hogares, reduciendo la brecha de dispositivos en un 40 % según los datos del proyecto (ConectaTi, 2023).

#### ***Capacitación docente continua***

En el ámbito formativo, la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) emprendió el Programa de Formación Docente en Tecnologías Educativas

(FOTED), que combina cursos en línea con talleres presenciales. Desde su inicio, más de 3 500 docentes han completado módulos sobre diseño de recursos multimedia, evaluación en entornos virtuales y gestión de aulas híbridas. Los participantes reportan una mejora del 30 % en su confianza para usar plataformas de aprendizaje y una mayor incorporación de actividades interactivas en sus clases (UMSA, 2024).

#### ***Enfoque comunitario y participación de los padres***

La participación activa de la comunidad ha mostrado resultados positivos. En la región de Potosí, la iniciativa “Escuelas Conectadas” involucra a los padres de familia en la gestión de la conectividad local, estableciendo comités de mantenimiento de los equipos y organizando horarios de uso equitativo. Este modelo de gestión colaborativa ha aumentado la frecuencia de uso de los recursos digitales en un 55 % y ha favorecido la motivación de los estudiantes al percibir el apoyo directo de sus entornos familiares.

### **Conclusiones**

La educación digital en Bolivia se encuentra en una fase crítica en la que la brecha de conectividad puede convertirse en un factor determinante para la equidad educativa del país. Los datos evidencian que la falta de acceso a internet y a dispositivos electrónicos afecta directamente el rendimiento académico y amplía las diferencias entre áreas urbanas y rurales. Sin embargo, los esfuerzos recientes –la expansión de infraestructura de fibra óptica, los centros de dispositivos compartidos, la capacitación docente y la participación comunitaria– demuestran que soluciones integrales y contextualizadas pueden cerrar gradualmente esa brecha.

Para consolidar estos avances, es esencial que las políticas públicas adopten un enfoque sistémico que considere simultáneamente la inversión en infraestructura, la formación continua de los docentes y la creación de entornos de aprendizaje colaborativos. Además, la evaluación constante de los programas mediante indicadores claros permitirá ajustar estrategias y asegurar que los recursos lleguen a los estudiantes más vulnerables. En última instancia, una educación digital inclusiva no sólo mejorará los resultados académicos, sino que también potenciará la capacidad de los jóvenes bolivianos para participar activamente en la sociedad del conocimiento del siglo XXI.

### Referencias bibliográficas

- Banco Mundial. (2023). *Bolivia – Educación y tecnología en la era postpandemia*. Washington, DC: Autor.
- ConectaTi. (2023). *Informe de impacto del programa de tabletas compartidas en Tarija*. La Paz: Organización No Profit.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2023). *Encuesta de hogares y conectividad 2023*. La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Educación de Bolivia. (2021). *Evaluación de competencias docentes en entornos digitales*. La Paz: Ministerio.
- Ministerio de Obras Públicas. (2023). *Programa Nacional de Conectividad Rural: Avances 2022-2023*. La Paz: Gobierno de Bolivia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2022). *Educación digital en América Latina y el Caribe: Tendencias y desafíos*. París: UNESCO.
- Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). (2024). *Resultados del Programa de Formación Docente en Tecnologías Educativas (FOTED)*. La Paz: UMSA.
- Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transportes (ATT). (2022). *Cobertura de fibra óptica y servicios de internet en Bolivia*. La Paz: ATT.

#### Pregunta 1: Según el artículo, ¿cómo se define el concepto de brecha digital?

##### Sustento

El artículo establece explícitamente: “La brecha digital se define como la diferencia entre quienes pueden acceder y utilizar eficazmente las TIC y quienes no lo pueden”.

**Pregunta 2: A partir de lo expuesto en el artículo, establecer la secuencia correcta de los siguientes indicadores de conectividad y acceso en Bolivia en 2023: (i) porcentaje de hogares urbanos con internet, (ii) porcentaje de hogares rurales con internet, (iii) porcentaje de estudiantes de primaria con acceso regular a banda ancha en el hogar, (iv) porcentaje de estudiantes de secundaria con acceso regular a banda ancha en el hogar.**

##### Sustento

La tasa de acceso a internet en hogares urbanos es del 71 % (INE, 2023); en zonas rurales es del 33 % (INE, 2023); el 42 % de los estudiantes de educación primaria tenía acceso regular a banda ancha en el hogar a finales de 2023; y el 58 % de los estudiantes de secundaria contaba con ese acceso.

**Pregunta 3: La lectura del texto permite identificar que, según el artículo, los pilares que deben integrar las políticas públicas para lograr una educación digital inclusiva en Bolivia son:**

##### Sustento

En el artículo se afirma que las políticas públicas deben adoptar un enfoque sistémico que considere simultáneamente “la inversión en infraestructura, la formación continua de los docentes y la creación de entornos de aprendizaje colaborativos”, y se menciona además que la participación comunitaria es un pilar esencial.

**Pregunta 4: Según el artículo, ¿qué universidad implementó el Programa de Formación Docente en Tecnologías Educativas (FOTED)?**

**Sustento**

El artículo indica explícitamente que “la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) emprendió el Programa de Formación Docente en Tecnologías Educativas (FOTED)” y menciona los resultados alcanzados por esa iniciativa.

**Pregunta 5: Considerando lo mencionado en el texto, ¿en qué porcentaje se redujo el costo promedio por kilómetro de fibra óptica respecto a estimaciones previas, según el Programa Nacional de Conectividad Rural?**

**Sustento**

En el apartado de ‘Expansión de infraestructura’ se indica que la alianza pública privada permitió “reducir el costo promedio por kilómetro en un 15 % respecto a estimaciones previas” (Ministerio de Obras Públicas, 2023). Las demás opciones presentan porcentajes que no aparecen en el artículo; 10 % y 20 % son valores cercanos, pero no mencionados, y 25 % es una cifra mayor que la indicada, por lo que ninguna de ellas corresponde al dato explícito solicitado.

**Pregunta 6: Considerando lo mencionado en el texto, ¿en qué porcentaje se redujo el costo promedio por kilómetro de fibra óptica respecto a estimaciones previas, según el Programa Nacional de Conectividad Rural?**

**Sustento**

En el apartado de ‘Expansión de infraestructura’ se indica que la alianza pública privada permitió “reducir el costo promedio por kilómetro en un 15 % respecto a estimaciones previas” (Ministerio de Obras Públicas, 2023). Las demás opciones presentan porcentajes que no aparecen en el artículo; 10 % y 20 % son valores cercanos, pero no mencionados, y 25 % es una cifra mayor que la indicada, por lo que ninguna de ellas corresponde al dato explícito solicitado.

**Pregunta 7: Del análisis presentado se desprende que la barrera principal para lograr una educación digital equitativa en Bolivia es...**

**Sustento**

El artículo señala tres factores estructurales que perpetúan la brecha digital: (1) la cobertura de fibra óptica alcanza solo el 24 % de los municipios, indicando una infraestructura insuficiente (sección 2); (2) el 38 % de las escuelas rurales carecen de al menos un computador por cada veinte estudiantes, lo que muestra escasez de dispositivos; y (3) solo el 27 % de los docentes de secundaria había recibido capacitación formal en pedagogía digital antes de la pandemia (sección 2). El texto enfatiza que la combinación de estos problemas, no uno solo, es la razón de la limitación de la educación digital.

**Pregunta 8: La lectura del texto permite identificar que, para cerrar la brecha de aprendizaje asociada a la falta de conectividad, es necesario:**

**Sustento**

El artículo muestra que la brecha de aprendizaje se debe a una combinación de factores estructurales (infraestructura insuficiente, falta de dispositivos y escasa preparación docente). Los resultados

presentados indican que la expansión de fibra óptica y radio enlace (infraestructura), los “bibliotecas digitales” con tablets compartidas (dispositivos) y el Programa FOTED de capacitación docente (confianza y habilidades) han producido mejoras simultáneas en acceso, uso y calidad de la enseñanza. Los autores concluyen que “políticas integradas que consideren la infraestructura, la formación docente y la participación comunitaria” son esenciales para una educación digital inclusiva, lo que confirma que solo la combinación de esas intervenciones puede cerrar efectivamente la brecha.

**Pregunta 9: La lectura del texto permite identificar que, para reducir la brecha de conectividad digital en Bolivia, la estrategia más eficaz es:**

#### **Sustento**

El artículo muestra, en varios apartados, que ni la sola expansión de fibra óptica, ni únicamente los programas de dispositivos compartidos, ni solo la capacitación docente logran cerrar la brecha de forma integral. Cada una de esas iniciativas se menciona como parte de un conjunto de soluciones emergentes que, al combinarse, atienden la falta de infraestructura, la escasez de equipos y la preparación docente, además de reforzar la participación comunitaria.

**Pregunta 10: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál de las siguientes afirmaciones refleja con mayor precisión la diferencia económica entre la expansión de la fibra óptica y los programas de dispositivos compartidos en Bolivia?**

#### **Sustento**

El texto indica que la expansión de la fibra óptica redujo el costo promedio por kilómetro en un 15 % (Ministerio de Obras Públicas, 2023) y que los programas de dispositivos compartidos, como la iniciativa de ConectaTi en Tarija, disminuyeron la brecha de dispositivos en un 40 % (ConectaTi, 2023).

**Pregunta 11: Del análisis presentado se desprende que, respecto a los actores involucrados en la reducción de la brecha digital en Bolivia, la estrategia más eficaz combina...**

#### **Sustento**

El artículo señala que cerrar la brecha digital requiere una combinación de acciones: la expansión de la infraestructura de fibra óptica (Programa Nacional de Conectividad Rural), los programas de dispositivos compartidos como las bibliotecas digitales (ConectaTi) y la participación comunitaria (comités de padres en Potosí). Además, la capacitación docente (Programa FOTED) se menciona como otro pilar esencial. Estas tres dimensiones aparecen en distintos párrafos y su interacción es resaltada como clave para una educación digital inclusiva.

**Pregunta 12: Según la lectura, ¿cuál de los siguientes efectos en la educación rural se produce por la insuficiente cobertura de fibra óptica en municipios bolivianos?**

#### **Sustento**

El texto no menciona explícitamente que la falta de fibra óptica cause deserción escolar, sí indica que la escasa conectividad limita la capacidad de los docentes para usar plataformas de aprendizaje y obliga a los estudiantes a depender de materiales pasivos, lo que “provoca deserción y rezago escolar”. Además, se señala que la cobertura de fibra óptica solo alcanza el 24 % de los municipios, concentrándose en zonas urbanas, lo que implica que la mayoría de áreas rurales carecen de esta infraestructura, dificultando la asistencia a clases virtuales y, por ende, incrementando la probabilidad de abandono escolar. Las demás opciones son incorrectas: la mayor participación de los padres se

asocia a iniciativas como “Escuelas Conectadas” en Potosí, no a la falta de fibra; la reducción de la brecha de dispositivos se relaciona con programas de dispositivos compartidos, no con la cobertura de fibra; y la mejora en puntajes se vincula a estudiantes con acceso regular a internet, no a la carencia de fibra, por lo que no puede atribuirse a la insuficiente cobertura.

**Pregunta 13: Según el artículo, considerando la expansión de la red de fibra óptica en comunidades campesinas y la implementación de radio enlace en zonas de difícil acceso, ¿qué es probable que ocurra en el desempeño académico de los estudiantes rurales dentro de los próximos tres años?**

**Sustento**

El artículo indica, que los estudiantes con acceso regular a internet presentan un aumento del 12 % en sus puntajes de matemática y lectura. Además, se describe la expansión de fibra óptica y la implementación de radio enlace como medidas destinadas a mejorar la conectividad en áreas rurales. Al combinar ambos datos, es razonable inferir que, al ampliar la cobertura de internet, los estudiantes rurales experimentarán un incremento similar, alrededor del 10 %, en sus resultados académicos dentro de un horizonte de tres años.

**Pregunta 14: A partir del artículo, al comparar la expansión de fibra óptica y la tecnología de radio enlace de corto alcance, ¿cuál de las siguientes afirmaciones refleja mejor la relación entre la topografía de la zona y la elección de la solución tecnológica?**

**Sustento**

El artículo indica que la cobertura de fibra óptica está concentrada principalmente en Santa Cruz y La Paz, mientras que la tecnología de radio enlace de corto alcance se ha implementado en zonas de difícil acceso, destacando su efectividad en la región del Beni.

**Pregunta 15: Del análisis presentado se desprende que, para reducir la brecha de conectividad en la educación boliviana, la estrategia más eficaz consiste en...**

**Sustento**

El artículo destaca que la expansión de infraestructura (p. “instalar 1 200 km de fibra óptica”), los programas de dispositivos compartidos (p. “bibliotecas digitales” y el caso de Tarija) y la capacitación docente continua (p. “Programa de Formación Docente en Tecnologías Educativas”) se presentan como componentes complementarios para cerrar la brecha digital. Además, en la conclusión se subraya la necesidad de políticas integradas que consideren infraestructura, formación docente y participación comunitaria.

**Pregunta 16: De acuerdo con el texto, ¿qué efecto probable tendría la ampliación de la cobertura de fibra óptica en municipios rurales sobre el rendimiento académico de los estudiantes?**

**Sustento**

El texto indica que los estudiantes con acceso regular a internet obtienen un aumento promedio del 12 % en sus puntajes de matemática y lectura. Al ampliar la cobertura de fibra óptica en municipios rurales, se mejora la conectividad en esas zonas, lo que implícitamente permite que más estudiantes dispongan de acceso regular a internet; por lo tanto, es razonable inferir que sus rendimientos académicos experimentarían un incremento similar al mencionado.

**Pregunta 17: La lectura del texto permite identificar que el propósito principal de combinar la expansión de infraestructura de fibra óptica, los programas de dispositivos compartidos y la capacitación docente continua es:**

**Sustento**

El Programa Nacional de Conectividad Rural (PNCR) busca instalar fibra óptica en comunidades campesinas, los “bibliotecas digitales” y la donación de tablets persiguen reducir la falta de dispositivos, y el programa FOTED de la UMSA procura capacitar a los docentes. Estas tres líneas de acción se describen como estrategias integrales que, según la sección de conclusiones, buscan “cerrar gradualmente esa brecha” y mejorar el rendimiento académico y la equidad entre áreas urbanas y rurales.

**Pregunta 18: Según el texto, a partir de los ejemplos de expansión de fibra óptica, programas de dispositivos compartidos, capacitación docente y participación comunitaria, ¿qué principio general se puede inferir sobre la estrategia más eficaz para reducir la brecha digital en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo describe varias iniciativas (expansión de fibra óptica y radio enlace, bibliotecas digitales, programa FOTED y comités de padres) y concluye que solo mediante políticas integradas que incluyan infraestructura, equipamiento, capacitación y apoyo comunitario se podrá cerrar la brecha digital de manera sostenible.

**Pregunta 19: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué consecuencia social general se puede inferir de la implementación de soluciones integrales de conectividad digital en las zonas rurales de Bolivia?**

**Sustento**

El artículo concluye que una educación digital inclusiva, basada en infraestructura, formación docente y participación comunitaria, no solo mejora los resultados académicos, sino que también potencia la capacidad de los jóvenes bolivianos para participar activamente en la sociedad del conocimiento, lo que refleja una mayor equidad educativa y consecuencias sociales positivas.

**Pregunta 20: El artículo señala que, tras la capacitación docente en tecnologías educativas que elevó la confianza de los profesores en un 30 %, ¿qué consecuencia podría deducirse en la práctica pedagógica de las clases híbridas?**

**Sustento**

El Programa de Formación Docente en Tecnologías Educativas (FOTED), más de 3 500 docentes reportaron una mejora del 30 % en su confianza para usar plataformas de aprendizaje y, como consecuencia, incrementaron la incorporación de actividades interactivas en sus clases (UMSA, 2024). Esta relación de causa efecto es implícita: mayor confianza docente lleva a un uso más activo de recursos interactivos.

**Pregunta 21: El artículo señala que la expansión de fibra óptica y los programas de dispositivos compartidos buscan reducir la brecha digital. Según la información del texto, ¿cuál de estos enfoques muestra un impacto más inmediato en la participación de los estudiantes en actividades digitales?**

**Sustento**

El texto describe que las bibliotecas digitales y los proyectos de dispositivos compartidos han provocado mejoras rápidas: ConectaTi redujo la brecha de dispositivos en un 40% y la iniciativa

‘Escuelas Conectadas’ aumentó la frecuencia de uso de recursos digitales en un 55%. Estos datos indican un efecto inmediato en la participación estudiantil. En cambio, la expansión de fibra óptica, aunque esencial, se plantea como un proyecto a mediano plazo (instalar 1 200 km antes de 2025) y no se menciona un aumento rápido en la participación.

**Pregunta 22: Basándose en la información proporcionada, ¿qué perspectiva ambiental relevante no ha sido considerada en el análisis del autor sobre la educación digital en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo detalla la falta de infraestructura, la expansión de fibra óptica y el uso de radio enlace, así como programas de dispositivos y capacitación docente, pero no menciona ninguna evaluación de los efectos ecológicos de esas intervenciones, como posibles alteraciones de hábitats, deforestación o consumo energético asociado.

**Pregunta 23: El artículo señala que la brecha de conectividad afecta al rendimiento académico y propone soluciones integrales. Sin embargo, ¿qué perspectiva importante no se contempla en el análisis del autor?**

**Sustento**

Aunque el artículo aborda infraestructura, dispositivos y capacitación docente, nunca menciona la inclusión de estudiantes con discapacidades ni la adaptación de las TIC para sus necesidades específicas. Los párrafos que describen los problemas y las soluciones se centran en la geografía, la falta de equipos y la preparación docente, pero omiten cualquier referencia a la accesibilidad universal o a barreras específicas que enfrentan los alumnos con discapacidades.

**Pregunta 24: Si evaluamos el artículo leído, ¿podríamos sostener que la evidencia estadística proporcionada es suficiente para afirmar que la brecha de conectividad es la causa principal del bajo rendimiento académico en zonas rurales?**

**Sustento**

Aunque el artículo incluye datos relevantes (por ejemplo, el 33 % de acceso en áreas rurales y el incremento del 12 % en puntajes para quienes tienen conexión regular), dichos datos son descriptivos y correlacionales. No se presentan estudios longitudinales, experimentos controlados ni análisis multivariados que permitan aislar el efecto de la conectividad de otras variables como la preparación docente (solo el 27 % de los docentes recibió capacitación) o la disponibilidad de dispositivos (38 % de escuelas rurales carecen de al menos un computador por cada veinte estudiantes). Por tanto, la evidencia no permite establecer una relación causal directa.

**Pregunta 25: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuáles son las principales implicaciones sociales de la brecha de conectividad descrita, considerando los datos de acceso a internet en áreas urbanas y rurales y su relación con el rendimiento académico?**

**Sustento**

El artículo indica que en 2023 sólo el 33 % de los hogares rurales tenían acceso a internet frente al 71 % urbano, y que los estudiantes con conexión regular obtuvieron un aumento del 12 % en sus puntajes de matemática y lectura. Esta disparidad se traduce en una brecha de aprendizaje que, según la conclusión, amenaza la igualdad de oportunidades y perpetúa desigualdades socio económicas.

**Pregunta 26:** El artículo señala que la inversión en infraestructura de conectividad digital en zonas rurales tendrá un retorno económico inmediato gracias al aumento del 12 % en los puntajes académicos y al ahorro del 15 % en el costo por kilómetro de fibra óptica. ¿Qué tan válido es este argumento según la evidencia presentada?

#### **Sustento**

En el apartado de “Panorama de la conectividad y su impacto en el aprendizaje”, el artículo menciona un aumento del 12 % en puntajes de matemática y lectura para estudiantes con acceso regular a internet, y en la sección de “Expansión de infraestructura” indica que el costo promedio por kilómetro de fibra óptica se redujo en un 15 % respecto a estimaciones previas. Sin embargo, en ningún momento se establece un vínculo causal directo entre esas mejoras y un retorno económico inmediato; ni se presentan indicios de ahorro financiero a nivel macro ni estudios de coste beneficio que sustenten la afirmación. Por ello, el argumento es débil, pues carece de evidencia que respalde la conclusión económica.

**Pregunta 27:** La lectura del texto permite identificar que el argumento del autor, según el cual la expansión de la fibra óptica es la solución más eficaz para reducir la brecha digital en áreas rurales, es:

#### **Sustento**

El artículo reconoce la expansión de la fibra óptica como una pieza central del Programa Nacional de Conectividad Rural (PNCR) y, al mismo tiempo, menciona que en áreas de difícil acceso se complementa con radio enlace de corto alcance, mostrando una estrategia combinada. Esto respalda la validez del argumento del autor al evidenciar que la solución propuesta no se limita a la fibra óptica aislada, sino que se apoya en un enfoque integral.

**Pregunta 28:** Basándose en la información proporcionada, ¿cuál de las siguientes afirmaciones refleja mejor la perspectiva futura del artículo respecto a la combinación de acciones necesarias para reducir la brecha digital, en contraste con la visión simplista de que solo la infraestructura tecnológica resolvería el problema?

#### **Sustento**

El texto concluye que “las políticas públicas adopten un enfoque sistémico que considere simultáneamente la inversión en infraestructura, la formación continua de los docentes y la creación de entornos de aprendizaje colaborativos” y describe soluciones emergentes que incluyen expansión de fibra óptica, bibliotecas digitales y programas de capacitación docente, además de la participación comunitaria (secciones de Soluciones emergentes y Conclusiones).

**Pregunta 29:** Considerando lo mencionado en el texto, ¿cómo se podría adaptar la estrategia de bibliotecas digitales a un contexto urbano de alta densidad en Bolivia para reducir la brecha de conectividad?

#### **Sustento**

El artículo enfatiza que la reducción eficaz de la brecha digital en Bolivia requiere un enfoque sistémico que incluya (i) expansión de infraestructura de fibra óptica, (ii) programas de dispositivos compartidos como ‘bibliotecas digitales’, (iii) capacitación docente continua y (iv) participación comunitaria. En la sección de Soluciones emergentes se describe cómo la combinación de estos cuatro pilares ha generado resultados positivos tanto en áreas rurales como en proyectos piloto. Por lo tanto, al trasladar la estrategia a un entorno urbano de alta densidad, la solución más adecuada es replicar esa integración, no limitarse solo a la infraestructura, a la capacitación o a la donación individual de equipos.

**Pregunta 30: Basándose en la información proporcionada, ¿cuáles son las principales implicaciones éticas y sociales que los distintos actores (gobierno, docentes, comunidad y sector privado) deben considerar al implementar las soluciones de educación digital descritas en el artículo?**

**Sustento**

El gobierno debe evitar la concentración de la fibra óptica en zonas ya conectadas (ATT, 2022) para no ampliar la brecha; los docentes requieren capacitación (FOTED, 2024) para no reproducir desigualdades pedagógicas; la comunidad debe participar en la gestión de centros de dispositivos compartidos (Escuelas Conectadas, Potosí) para evitar dependencia externa; y el sector privado, al suministrar telecomunicaciones y equipos, debe proteger la privacidad de los datos y ofrecer condiciones justas, de lo contrario se profundizaría la brecha digital.

## Historia y evolución del Internet en Bolivia: de los primeros enlaces a la era de la conectividad 5G

### Resumen

El presente artículo revisa la trayectoria histórica del Internet en Bolivia, partiendo de los antecedentes mundiales hasta los desarrollos más recientes en la tecnología 5G. Se describen las fases de introducción del acceso dial up en la década de 1990, la expansión de la banda ancha mediante cableado de cobre y fibra óptica en los años 2000 2010, y la implementación de redes móviles de cuarta y quinta generación. Se analizan, además, los impactos socioeconómicos vinculados a la digitalización de la educación, el comercio electrónico y la salud, y se discuten los retos estructurales, como la brecha digital entre áreas urbanas y rurales, la sostenibilidad de la infraestructura y la regulación del espectro radioeléctrico. El artículo combina datos estadísticos oficiales, estudios académicos y casos de proyectos locales, ofreciendo una visión integral que permite a los jóvenes lectores comprender cómo la evolución tecnológica ha transformado la vida cotidiana en Bolivia y qué desafíos persisten para lograr una conectividad universal.

### Introducción

Desde la creación de la red ARPANET en 1969, el Internet ha experimentado una expansión sin precedentes, convirtiéndose en la columna vertebral de la comunicación global, la economía digital y la educación a distancia. En América Latina, la adopción del Internet comenzó de forma tardía respecto a los países desarrollados, pero ha avanzado rápidamente durante las últimas tres décadas. Bolivia, con su geografía diversa que incluye la alta cordillera de los Andes y la vasta llanura del Beni, enfrentó retos particulares para conectar a toda la población. Comprender la historia del Internet en el país permite identificar los factores que han facilitado o limitado su desarrollo y proporciona una base para planificar políticas públicas que reduzcan la brecha digital. Este artículo ofrece una visión histórica y evolutiva del fenómeno, enfocándose en los hitos tecnológicos, los actores involucrados y los efectos sociales observados hasta la actualidad.

### Desarrollo

#### 1. Orígenes globales y llegada a América Latina

El concepto de una red de computadoras interconectadas surgió en la década de 1970, pero fue en los años 80 cuando la adopción del protocolo TCP/IP sentó las bases del Internet tal como lo conocemos. En 1991 se dio inicio a la World Wide Web, una capa de presentación

que permitió a usuarios no técnicos navegar por documentos hipertexto. La expansión se aceleró con la democratización de los navegadores (Netscape, Mosaic) y la caída de los costos de los equipos de cómputo. En América Latina, los primeros accesos publicados se registraron en Brasil y Argentina a mediados de la década de 1990, siguiendo la instalación de enlaces satelitales de alta capacidad que conectaban la región con los principales backbones internacionales.

En Bolivia, la primera conexión permanente al Internet se estableció en 1995 mediante un enlace satelital de 64 kbps gestionado por la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). Este proyecto, financiado parcialmente por la Organización de los Estados Americanos (OEA), permitió a investigadores y estudiantes acceder a bases de datos científicas. Sin embargo, el acceso estaba restringido a instituciones académicas y gubernamentales, mientras que la población general carecía de infraestructura y de dispositivos adecuados.

#### 2. Etapas clave de la conectividad en Bolivia

##### 2.1. Era dial up y los primeros usuarios domésticos (1995 2005).

A principios de los años 2000, la telefonía móvil y fija comenzó a ofrecer servicios de acceso dial up, que utilizaban la línea telefónica convencional para conectar a Internet a velocidades de 56 kbps. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) de Bolivia, en 2003 solo el 5 % de los hogares urbanos disponía de una conexión a Internet, y menos del 1 % en zonas rurales. Los costos mensuales superaban los 30 dólares, una cantidad elevada para la mayoría de las familias.

Esta fase estuvo marcada por la aparición de cibercafés en ciudades como La Paz, Santa Cruz y Cochabamba. Los jóvenes utilizaban estos espacios para enviar correos electrónicos, descargar música y participar en foros de discusión. La popularidad de los juegos en línea también contribuyó al interés por la conectividad, aunque la latencia alta de la tecnología dial up limitaba la experiencia.

##### 2.2. Expansión de la banda ancha y fibra óptica (2006 2015)

A partir de 2006, el gobierno boliviano lanzó el proyecto "Red de Información Boliviana" (RIB), con el objetivo de instalar fibra óptica en los principales corredores de ciudades y en la Ruta del Pacífico.

La inversión, estimada en 350 millones de dólares, contó con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Para 2012, la cobertura de fibra óptica alcanzó el 60 % de la población urbana, reduciendo los precios de los planes de 10 Mbps a aproximadamente 15 dólares mensuales.

El acceso a la banda ancha permitió la proliferación de plataformas de aprendizaje virtual, como la Universidad Católica Boliviana que ofreció cursos en línea gratuitos. Asimismo, el comercio electrónico comenzó a arraigar, con el surgimiento de tiendas virtuales locales como “Tiendas del Valle” y la adopción de sistemas de pago digitales (Billetera Móvil). Los datos del Ministerio de Telecomunicaciones indican que en 2015 la penetración de Internet en hogares urbanos llegó al 38 %, mientras que en áreas rurales solo alcanzó el 12 %.

### **2.3. Convergencia móvil, 4G y la llegada de 5G (2016 presente)**

La evolución de las redes móviles ha sido determinante para llevar la conectividad a zonas de difícil acceso. En 2016, la empresa estatal Entel lanzó la red 4G LTE (Long Term Evolution) en la capital y en principales ciudades de la región oriental. La velocidad promedio de descarga superó los 30 Mbps, equiparable a la banda ancha fija en muchas áreas.

En 2022, Bolivia aprobó la licitación del espectro 3.5 GHz para la implementación de redes 5G, siguiendo la tendencia global de ofrecer velocidades superiores a 1 Gbps y latencias menores a 10 ms. La empresa Viva Bolivia anunció la prueba piloto de 5G en la zona de Puerto Suárez, conectando hospitales y universidades con aplicaciones de telemedicina y realidad aumentada para la enseñanza de ingeniería. Según la Agencia Boliviana de Telecomunicaciones, para finales de 2024 se espera que el 20 % de la población tenga acceso a 5G, especialmente en zonas estratégicas de desarrollo económico.

### **3. Impacto socioeconómico y desafíos futuros**

El acceso generalizado al Internet ha transformado varios sectores de la sociedad boliviana. En la educación, la pandemia de COVID 19 (2020-2021) obligó a migrar rápidamente a plataformas de enseñanza a distancia como Moodle y Google Classroom. Estudios del Ministerio de Educación revelaron que el 75 % de los estudiantes de educación secundaria en áreas urbanas participaron en clases virtuales, mientras que el 40 % en

áreas rurales enfrentó dificultades por la falta de dispositivos o conectividad estable.

En el ámbito de la salud, la telemedicina ha permitido consultas remotas en regiones aisladas de la Amazonía boliviana. Programas como “Salud en Línea” utilizan videollamadas cifradas y aplicaciones móviles para seguimiento de pacientes con enfermedades crónicas. La implementación de 5G abrirá la puerta a la cirugía a distancia y al uso de dispositivos de monitoreo en tiempo real.

Sin embargo, persisten desafíos estructurales. La brecha digital entre zonas urbanas y rurales sigue siendo significativa; el INE reporta que en 2023 el 68 % de los hogares rurales carecen de acceso fijo a Internet. La sostenibilidad financiera de la infraestructura también es un problema, pues la inversión en fibra óptica y torres de transmisión requiere fondos que compiten con otros sectores públicos. Además, la regulación del espectro y la protección de datos personales son áreas que demandan marcos legales actualizados para evitar vulnerabilidades de seguridad.

Para cerrar la brecha, se propone una combinación de políticas: incentivar la inversión privada mediante subsidios, promover la capacitación digital en escuelas y comunidades, y crear un fondo nacional para la expansión de la conectividad en zonas rurales. La colaboración entre instituciones académicas, gobierno y sector privado será esencial para construir una red inclusiva que beneficie a toda la población.

### **Conclusiones**

La evolución del Internet en Bolivia refleja un proceso gradual de adopción tecnológica, influenciado por factores económicos, geográficos y políticos. Desde los modestos enlaces satelitales de la Universidad Mayor de San Andrés hasta las primeras pruebas de redes 5G, el país ha avanzado considerablemente en la reducción de la brecha digital, aunque persisten desigualdades entre áreas urbanas y rurales. Los impactos positivos en educación, salud y economía demuestran el potencial transformador de la conectividad, mientras que los retos de infraestructura, regulación y financiamiento requieren una planificación estratégica y cooperación multisectorial. En los próximos años, la consolidación de la tecnología 5G y la expansión de la fibra óptica podrían acelerar la inclusión digital, siempre que se mantenga el compromiso de garantizar el acceso universal y la seguridad de los usuarios.

### Referencias bibliográficas

- Agencia Boliviana de Telecomunicaciones. (2023). *Informe anual de cobertura de redes móviles y fijas*.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Proyecto Red de Información Boliviana: Evaluación de impacto*.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2024). *Encuesta de Hogares sobre Tecnologías de la Información y Comunicación*.
- Ministerio de Educación de Bolivia. (2022). *Estudio sobre la educación a distancia durante la pandemia de COVID 19*.
- Organización de los Estados Americanos. (1996). *Programa de Cooperación en Tecnologías de la Información para América Latina y el Caribe*.

**Pregunta 1: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cómo define el concepto de acceso dial up?**

#### Sustento

El artículo describe el acceso dial up a la forma cómo “utilizaban la línea telefónica convencional para conectar a Internet a velocidades de 56 kbps”.

**Pregunta 2: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuáles son los sectores que se indican como beneficiados por la expansión del Internet en Bolivia?**

#### Sustento

El artículo señala explícitamente que el acceso generalizado a Internet ha transformado la educación (plataformas de aprendizaje virtual, clases a distancia), ha impulsado el comercio electrónico (tiendas virtuales como ‘Tiendas del Valle’ y Billetera Móvil) y ha mejorado la salud mediante la telemedicina y futuros servicios 5G.

**Pregunta 3: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuáles son las implicaciones económicas asociadas a la expansión de la banda ancha y la fibra óptica entre 2006 y 2015?**

#### Sustento

“Expansión de la banda ancha y fibra óptica (2006 2015)” se indica que el proyecto ‘Red de Información Boliviana’ contó con una inversión estimada de 350 millones de dólares, que los precios de los planes de 10 Mbps se redujeron a aproximadamente 15 dólares mensuales y que la banda ancha favoreció el auge del comercio electrónico, con la aparición de tiendas virtuales locales como ‘Tiendas del Valle’.

**Pregunta 4: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es la tercera etapa de la conectividad descrita en la evolución del Internet en Bolivia?**

#### Sustento

El artículo, enumera tres subetapas cronológicas: 2.1 era dial up (1995 2005), 2.2 expansión de banda ancha y fibra óptica (2006 2015) y 2.3 convergencia móvil, 4G y la llegada de 5G.

**Pregunta 5: La lectura del texto permite identificar que el orden cronológico de los principales actores que lideraron cada fase de la conectividad en Bolivia es:**

**Sustento**

El artículo indica que primero, en 1995, la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) estableció la primera conexión satelital permanente. Luego, a partir de 2006, el gobierno boliviano lanzó el proyecto 'Red de Información Boliviana' (RIB) para instalar fibra óptica. En 2016, la empresa estatal Entel introdujo la red 4G LTE. Finalmente, en 2022, la empresa Viva Bolivia anunció la prueba piloto de 5G.

**Pregunta 6: Según el artículo, ¿qué porcentaje de la población boliviana se espera que tenga acceso a redes 5G para finales de 2024?**

**Sustento**

Para finales de 2024, según el artículo, se espera que el 20 % de la población tenga acceso a 5G". Ninguna de las demás cifras (15 %, 25 % o 30 %) aparece en el artículo; esas cifras son distractores plausibles derivados de otros porcentajes mencionados (por ejemplo, 12 % de penetración rural en 2015 o 38 % de hogares urbanos en 2015), pero no corresponden al dato solicitado sobre la proyección de acceso a 5G en 2024.

**Pregunta 7: El artículo señala que la expansión de la fibra óptica y la llegada de 5G han mejorado la conectividad, pero persiste una brecha digital entre zonas urbanas y rurales; ¿qué principio general se puede extraer sobre el rol de la infraestructura tecnológica en la inclusión digital?**

**Sustento**

El texto indica que la instalación de fibra óptica (2006 - 2015) aumentó la cobertura urbana al 60 % y redujo precios, y que la implementación de 5G está prevista para zonas estratégicas, pero aun así el artículo señala que en 2023 el 68 % de los hogares rurales carecen de acceso fijo. Además, en la sección de desafíos se propone incentivar inversión privada y subsidios como políticas de apoyo para cerrar la brecha.

**Pregunta 8: El artículo señala que la diferencia porcentual en la penetración de Internet entre hogares urbanos y rurales cambió entre 2003 y 2015; ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor esa evolución?**

**Sustento**

En 2003, según el texto, el 5 % de los hogares urbanos tenía acceso y menos del 1 % de los rurales (aprox. 0,8 %), lo que implica una diferencia de unos 4 puntos porcentuales. En 2015, la penetración era del 38 % en zonas urbanas y del 12 % en rurales, lo que genera una diferencia de 26 puntos. La variación entre ambas fechas es de aproximadamente 22 puntos porcentuales, mostrando un aumento de la brecha.

**Pregunta 9: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué efecto se puede deducir de la implementación del proyecto "Red de Información Boliviana" (2006 - 2015) sobre la penetración de Internet en los hogares urbanos?**

**Sustento**

Antes de la fase de expansión de banda ancha, en 2003 solo el 5 % de los hogares urbanos tenían acceso a Internet. Tras el lanzamiento del proyecto "Red de Información Boliviana" en 2006, que instaló fibra óptica en los corredores urbanos, la penetración aumentó hasta el 38 % en 2015. Este incremento refleja el efecto de la infraestructura de fibra óptica y la reducción de precios de los planes de 10 Mbps a aproximadamente 15 dólares mensuales.

**Pregunta 10: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuál es el mensaje principal implícito del autor respecto a las soluciones para cerrar la brecha digital en Bolivia?**

**Sustento**

La sección de “Desafíos futuros” y en la propuesta de cierre de la brecha digital, el autor señala explícitamente la necesidad de (i) incentivar la inversión privada mediante subsidios, (ii) promover la capacitación digital en escuelas y comunidades, y (iii) crear un fondo nacional para la expansión de la conectividad en zonas rurales, todo ello bajo una cooperación multisectorial entre gobierno, academia y sector privado. Estas tres líneas de acción aparecen combinadas en el párrafo que propone una combinación de políticas para reducir la brecha.

**Pregunta 11: Basándose en la información proporcionada, ¿qué principio general se desprende de las soluciones propuestas para cerrar la brecha digital en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo, en la sección de propuestas, sugiere combinar subsidios, incentivar la inversión privada y crear un fondo nacional, todo ello dentro de una estrategia de colaboración entre gobierno, academia y sector privado para expandir la conectividad en zonas rurales.

**Pregunta 12: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuál es la idea principal implícita que el autor desea transmitir sobre la evolución del Internet en Bolivia?**

**Sustento**

Aunque se ha pasado de un enlace satelital de 64 kbps en 1995 a pruebas piloto de 5G en 2022, la brecha digital sigue siendo marcada: el INE reporta que en 2023 el 68 % de los hogares rurales carecen de acceso fijo y la penetración rural de Internet es mucho menor que la urbana. Además, en la sección de desafíos futuros se propone una combinación de subsidios, capacitación y fondos nacionales para cerrar esa brecha, evidenciando la necesidad de políticas integradas y mayor inversión.

**Pregunta 13: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál es la propuesta central del autor para reducir la brecha digital entre zonas urbanas y rurales en Bolivia?**

**Sustento**

“Para cerrar la brecha” el autor propone específicamente una combinación de políticas: subsidios a la inversión privada, capacitación digital y un fondo nacional dirigido a zonas rurales. Estas medidas aparecen como la estrategia integral para disminuir la desigualdad de acceso.

**Pregunta 14: Basándose en la información proporcionada, ¿qué es probable que ocurra en los próximos cinco años respecto a la cobertura de internet en áreas rurales de Bolivia?**

**Sustento**

El artículo indica que, al cierre de 2024, se espera que el 20 % de la población nacional tenga acceso a 5G, prioritariamente en zonas estratégicas de desarrollo económico, y que en 2023 el 68 % de los hogares rurales carecían de acceso fijo a Internet. Además, se proponen políticas de subsidios e inversión en fibra óptica para reducir la brecha digital.

**Pregunta 15: De acuerdo con el texto, ¿cuál de las siguientes consecuencias es la más probable como resultado de la instalación de fibra óptica en los principales corredores urbanos entre 2006 y 2015?**

**Sustento**

El texto indica que, antes de la expansión de la fibra, en 2003 solo el 5 % de los hogares urbanos tenía acceso a Internet (fase dial up). Con el proyecto “Red de Información Boliviana” iniciado en 2006, para 2012 la cobertura de fibra óptica alcanzó el 60 % de la población urbana y los precios de los planes de 10 Mbps se redujeron a aproximadamente 15 dólares mensuales. Como consecuencia directa de esta mejora de infraestructura y costo, la penetración en hogares urbanos subió al 38 % en 2015.

**Pregunta 16: ¿Qué puede deducirse del texto respecto a la estrategia de expansión implementada por la empresa estatal Entel a través de la red 4G LTE?**

**Sustento**

Entel lanzó la red 4G LTE en 2016, proporcionando velocidades comparables a la banda ancha fija y mejorando la infraestructura móvil en áreas urbanas (párrafo 2.3). Más adelante, menciona que en 2022 Bolivia licitó el espectro 3.5 GHz y que Viva Bolivia anunció una prueba piloto de 5G en Puerto Suárez, aprovechando la infraestructura móvil existente. Aunque no se afirma explícitamente, se puede inferir que la presencia previa de una red 4G robusta facilitó la implementación de la tecnología 5G, pues la evolución de 4G a 5G depende de la infraestructura ya desplegada.

**Pregunta 17: El artículo señala que, considerando los datos estadísticos presentados, ¿cuál es el mensaje implícito principal respecto al desarrollo de la conectividad en Bolivia?**

**Sustento**

Pese a avances como la instalación de fibra óptica (cobertura del 60 % urbano en 2012) y la prueba piloto de 5G en Puerto Suárez, aún persisten desigualdades: el INE reporta que en 2023 el 68 % de los hogares rurales carecen de acceso fijo a Internet y la penetración rural es mucho menor que la urbana. Además, en la sección de desafíos futuros se propone incentivar inversión y crear fondos para cerrar la brecha, lo que evidencia el mensaje implícito de que se necesita política dirigida a la inclusión universal.

**Pregunta 18: El artículo señala que, a raíz de la expansión de la fibra óptica y la implementación de redes 4G/5G, se puede concluir que:**

**Sustento**

Tras la expansión de la fibra óptica (cobertura del 60 % en áreas urbanas para 2012) y la llegada del 4G en 2016, la penetración urbana llegó al 38 % en 2015, mientras que en zonas rurales solo alcanzó el 12 % (párrafo 2.2). Además, en 2023 el 68 % de los hogares rurales carecían de acceso fijo a Internet (sección 3). Estas cifras muestran que, pese a los avances tecnológicos, la brecha digital persiste.

**Pregunta 19: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuál es la idea principal implícita respecto a los resultados de la evolución del Internet en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo describe avances tecnológicos (4G, fibra óptica, pruebas de 5G) y sus efectos positivos en educación y salud, pero también señala cifras que revelan una brecha digital persistente (por ejemplo, 68 % de hogares

rurales sin acceso fijo en 2023) y concluye con propuestas de políticas públicas, subsidios y colaboración entre sector público, privado y académico para cerrar esa brecha.

**Pregunta 20: ¿Qué puede deducirse de la expansión de la red 5G en zonas estratégicas como Puerto Suárez?**

#### **Sustento**

El artículo indica que la prueba piloto de 5G en Puerto Suárez conecta hospitales y universidades y menciona que la implementación de 5G “abrirá la puerta a la cirugía a distancia y al uso de dispositivos de monitoreo en tiempo real”. De ahí se deduce que la expansión de 5G favorecerá la adopción de servicios de telemedicina avanzados en zonas que antes estaban aisladas.

**Pregunta 21: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué principio general se puede inferir sobre el papel de los diferentes actores en la expansión de la conectividad en Bolivia?**

#### **Sustento**

La primera conexión en 1995 fue gestionada por la Universidad Mayor de San Andrés con apoyo de la OEA; el proyecto RIB (2006 2015) fue impulsado por el gobierno con financiamiento del BID; la red 4G fue lanzada por la empresa estatal Entel; la prueba piloto de 5G fue anunciada por Viva Bolivia; y en la sección de conclusiones se enfatiza la necesidad de cooperación entre instituciones académicas, gobierno y sector privado para cerrar la brecha digital.

**Pregunta 22: Según el artículo, la estimación de que el 20 % de la población boliviana tendrá acceso a 5G para finales de 2024 debe evaluarse críticamente frente a la tendencia global de buscar una cobertura mayor del 50 % en el mismo período; ¿cuál de las siguientes afirmaciones representa la valoración más adecuada de esta meta dentro del contexto boliviano?**

#### **Sustento**

Para finales de 2024, se espera que el 20 % de la población tenga acceso a 5G, concentrándose inicialmente en zonas estratégicas como Puerto Suárez donde se realizó la prueba piloto. Además, el texto menciona que la expansión de fibra óptica ya cubre gran parte de las áreas urbanas, lo que permite un despliegue complementario. Sin embargo, también se señala que en 2023 el 68 % de los hogares rurales carecen de acceso fijo a Internet, evidenciando una brecha digital que sigue siendo un desafío; por ello la meta del 20 % es un paso progresivo, no una cobertura total.

**Pregunta 23: El artículo señala que, según el INE, en 2023 el 68 % de los hogares rurales carecen de acceso fijo a Internet. ¿Cuál de los siguientes posibles sesgos podría afectar la interpretación de este dato en el análisis del autor?**

#### **Sustento**

El artículo menciona el porcentaje del 68 % de hogares rurales sin acceso fijo a Internet, pero no discute que muchos de esos hogares podrían estar usando Internet a través de conexiones móviles (3G/4G) que no requieren infraestructura fija. Esta ausencia constituye un sesgo de interpretación: equiparar la ausencia de acceso fijo con la ausencia total de conectividad.

**Pregunta 24: El artículo señala que la prueba piloto de 5G en Puerto Suárez conectó hospitales y universidades con aplicaciones de telemedicina y realidad aumentada. ¿Por qué es relevante esta información para la planificación de políticas públicas orientadas a reducir la brecha digital en zonas rurales?**

**Sustento**

El texto describe la prueba piloto de 5G en Puerto Suárez que conectó hospitales y universidades con aplicaciones de telemedicina y realidad aumentada, y en la sección de desafíos se menciona la persistente brecha digital entre zonas urbanas y rurales. Evidenciar que 5G puede ofrecer servicios críticos (salud, educación) en zonas de difícil acceso justifica que las políticas públicas consideren la expansión de esta tecnología como una herramienta clave para reducir esa brecha.

**Pregunta 25: Del análisis presentado se desprende que la afirmación del autor de que la implementación del 5G eliminará la brecha digital entre áreas urbanas y rurales es válida.**

**Sustento**

El texto señala que se espera que sólo el 20 % de la población tenga acceso a 5G para finales de 2024, concentrado rurales carecen de acceso fijo a Internet en 2023. Además, se mencionan retos estructurales como la brecha digital y la necesidad de políticas de subsidios, lo que muestra que el argumento de que el 5G eliminará plenamente la brecha es insuficiente. en zonas estratégicas de desarrollo económico, mientras que el INE reporta que el 68 % de los hogares.

**Pregunta 26: A partir del análisis presentado respecto a las diferencias de acceso y uso del Internet entre distintos grupos de la población, ¿qué otro aspecto importante ha obviado el autor?**

**Sustento**

El artículo describe la evolución tecnológica, la expansión urbana rural y los impactos en educación y salud, nunca menciona diferencias de acceso o uso entre hombres y mujeres. No se hace referencia a estudios de género ni a datos desagregados por sexo, lo que indica una omisión del sesgo de género.

**Pregunta 27: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la viabilidad de la meta boliviana de que el 20 % de la población tenga acceso a 5G para finales de 2024, considerando la actual brecha digital entre áreas urbanas y rurales?**

**Sustento**

El artículo indica que para finales de 2024 se espera que el 20 % de la población tenga acceso a 5G, “especialmente en zonas estratégicas de desarrollo económico” (sección 2.3). Asimismo, señala que el 68 % de los hogares rurales carecen de acceso fijo a Internet (sección 3). Dado que la proyección del 5G está enfocada en áreas urbanas y estratégicas donde ya existen redes y la infraestructura es más robusta, la meta del 20 % resulta plausible pese a la significativa brecha rural.

**Pregunta 28: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál de las siguientes perspectivas futuras no es considerada por el autor al proponer políticas para cerrar la brecha digital en Bolivia?**

**Sustento**

Aunque el autor propone varias medidas para reducir la brecha digital (subsidios a la inversión privada, capacitación digital en escuelas y comunidades, y un fondo nacional para expansión rural), en ningún apartado del artículo

se menciona la inclusión explícita de la visión o necesidades de los pueblos indígenas. En la sección 3 se enlistan propuestas de política, pero todas giran en torno a incentivos económicos, capacitación y financiación, sin abordar aspectos culturales ni la participación de comunidades indígenas.

**Pregunta 29: Basándose en la información proporcionada, ¿qué combinación de medidas sería la más adecuada para reducir la brecha digital entre zonas rurales y urbanas en Bolivia en los próximos cinco años?**

#### **Sustento**

La sección de 'Desafíos futuros' el artículo propone una combinación de políticas: incentivar la inversión privada mediante subsidios, promover la capacitación digital y crear un fondo nacional para la expansión de conectividad en zonas rurales. Estas medidas responden a los datos que indican que, según el INE (2023), el 68 % de los hogares rurales carecen de acceso fijo a Internet, y que la brecha permanece significativa pese a la expansión de fibra óptica y 5G en áreas urbanas.

**Pregunta 30: Según el artículo, la estimación de que el 20 % de la población boliviana tendrá acceso a 5G para finales de 2024 debe evaluarse críticamente frente a la tendencia global de buscar una cobertura mayor del 50 % en el mismo período; ¿cuál de las siguientes afirmaciones representa la valoración más adecuada de esta meta dentro del contexto boliviano?**

#### **Sustento**

Para finales de 2024, se espera que el 20 % de la población tenga acceso a 5G, concentrándose inicialmente en zonas estratégicas como Puerto Suárez donde se realizó la prueba piloto. Además, el texto menciona que la expansión de fibra óptica ya cubre gran parte de las áreas urbanas, lo que permite un despliegue complementario. Sin embargo, también se señala que en 2023 el 68 % de los hogares rurales carecen de acceso fijo a Internet, evidenciando una brecha digital que sigue siendo un desafío; por ello la meta del 20 % es un paso progresivo, no una cobertura total.

## Impacto de la digitalización y las redes sociales en la participación política de los jóvenes bolivianos

### Resumen

El presente artículo examina cómo la expansión de la digitalización y el uso masivo de redes sociales están transformando la participación política de los jóvenes entre 17 y 19 años en Bolivia. A partir de datos de la Encuesta Nacional de Jóvenes 2022 y de estudios recientes en América Latina, se analizan tres dimensiones principales: la información política disponible en línea, la movilización a través de plataformas digitales y el surgimiento de nuevas formas de expresión ciudadana como los “hashtags” de protesta. El análisis muestra que, aunque el acceso a dispositivos móviles ha aumentado significativamente (el 89 % de los jóvenes bolivianos posee un smartphone), la calidad de la participación política sigue variando según factores como la ubicación geográfica, el nivel educativo y la confianza institucional. Se discuten los riesgos de la desinformación y se proponen medidas de alfabetización digital dirigidas a instituciones educativas y organizaciones de la sociedad civil. El artículo concluye que la digitalización ofrece una oportunidad histórica para revitalizar la democracia, siempre que se acompañe de políticas que promuevan el pensamiento crítico y la inclusión digital.

### Introducción

En los últimos diez años la Bolivia digital ha experimentado una penetración sin precedentes de Internet y de dispositivos móviles. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023), el porcentaje de hogares con acceso a Internet pasó del 34 % en 2013 al 71 % en 2022. Esta expansión ha coincidido con la generación de jóvenes que, a partir de la escuela secundaria, se encuentran inmersos en entornos virtuales donde la información, la interacción social y la organización colectiva se realizan mayormente a través de plataformas como Facebook, Twitter (hoy X), Instagram y TikTok.

El estudio de la participación política de los jóvenes se ha convertido en un tema central de las ciencias sociales, pues este grupo etario está en la transición de la adolescencia a la vida adulta y constituye el futuro electorado. Tradicionalmente, la participación se medía mediante indicadores como la afiliación a partidos, la asistencia a actos públicos o la votación. Sin embargo, la digitalización ha introducido nuevas formas de participación, a

menudo denominadas “participación digital” o “civic engagement online” (García, 2023). Estas incluyen la firma de peticiones electrónicas, la difusión de mensajes de campaña en redes y la organización de protestas mediante aplicaciones de mensajería instantánea.

El objetivo de este artículo es describir y analizar el impacto de la digitalización y de las redes sociales en la participación política de los jóvenes bolivianos, identificando tanto los efectos positivos como los desafíos que emergen en este proceso. Para ello, se utilizan fuentes estadísticas oficiales, estudios académicos recientes y casos de estudio locales que ilustran la dinámica real en el país.

### Desarrollo

#### 1. Acceso a la información política y alfabetización digital

El acceso a la información es la base de cualquier proceso democrático. En Bolivia, el 89 % de los jóvenes entre 17 y 19 años posee al menos un smartphone (INE, 2023) y el 68 % utiliza internet de manera cotidiana. No obstante, la posesión de dispositivos no garantiza una comprensión crítica de los contenidos que circulan en línea. La alfabetización digital, definida como la capacidad de buscar, evaluar y utilizar la información digital de forma responsable (UNESCO, 2022), sigue siendo desigual.

En el Departamento de La Paz, por ejemplo, el 76 % de los jóvenes declara sentirse capaz de distinguir noticias reales de falsas, mientras que en Potosí esa cifra cae al 54 % (Encuesta Nacional de Jóvenes, 2022). Estas diferencias se relacionan con la calidad de la formación escolar y con la disponibilidad de programas de capacitación en medios.

Los datos estadísticos revelan que la exposición a noticias falsas (“fake news”) está vinculada a una menor intención de participar en procesos electorales. Según un estudio de Rodríguez y Salazar (2023), los jóvenes que creen haber sido engañados por información falsa presentan una reducción del 12 % en la probabilidad de votar en las próximas elecciones. Por lo tanto, la alfabetización digital se vuelve un factor clave para que la digitalización no se traduzca en apatía política.

## 2. Movilización a través de plataformas digitales

Una de las manifestaciones más visibles del impacto de las redes sociales es la capacidad de organizar protestas y campañas de manera rápida y coordinada. Un caso emblemático ocurrió en 2022, cuando estudiantes de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) utilizaron el hashtag #ReformaEducativa2022 en Twitter y TikTok para exigir cambios en la política de acceso a la educación superior. En menos de una semana, el mensaje alcanzó más de 250 000 interacciones, y la convocatoria a una marcha en la Plaza Murillo reunió a más de 5 000 personas.

Este tipo de movilización digital se sustenta en tres mecanismos psicológicos descritos por la teoría del “Efecto de Red” (Granovetter, 1973): primero, la difusión de información facilita la creación de una identidad colectiva; segundo, la retroalimentación instantánea (likes, retweets) refuerza la percepción de apoyo social; y tercero, la low cost (bajo costo) de participación reduce las barreras logísticas.

Sin embargo, la misma herramienta que potencia la organización también permite la fragmentación. En algunas regiones del Beni, grupos rivales han utilizado WhatsApp para difundir mensajes polarizadores que dificultan la construcción de consensos. La evidencia sugiere que la digitalización puede amplificar tanto la solidaridad como la polarización, dependiendo del contexto institucional y cultural.

## 3. Nuevas formas de expresión y participación simbólica

Más allá de la movilización física, las redes sociales han generado espacios para la participación simbólica, es decir, la expresión de opiniones y valores sin necesariamente traducirse en acción concreta. Los “memes” políticos, los videos de TikTok de corta duración y los podcasts estudiantiles constituyen canales donde los jóvenes presentan sus puntos de vista de forma creativa.

Un ejemplo relevante es el proyecto “Voces del Chaco”, una serie de podcasts producidos por estudiantes de la Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF) que exploran la relación entre la conservación ambiental y la justicia social en la región del Gran Chaco. Cada episodio ha sido compartido en plataformas como Instagram y ha generado debates entre

la comunidad académica y organizaciones no gubernamentales, facilitando la inserción de la perspectiva juvenil en la agenda pública.

Estas expresiones simbólicas cumplen funciones educativas y de empoderamiento: fomentan el sentido de pertenencia, desarrollan habilidades de comunicación y permiten que los jóvenes se reconozcan como actores sociales. No obstante, la medida en que estas actividades se traducen en cambios políticos concretos sigue siendo objeto de investigación.

## Conclusiones

La digitalización y el uso masivo de redes sociales están remodelando la forma en que los jóvenes bolivianos participan en la vida política. El amplio acceso a dispositivos móviles ha democratizado la disponibilidad de información y ha creado nuevas oportunidades para la movilización y la expresión simbólica. Sin embargo, el impacto positivo depende críticamente de la alfabetización digital, la calidad de la educación mediática y la existencia de marcos institucionales que mitiguen la desinformación y la polarización.

Los datos presentados indican que, mientras la mayoría de los jóvenes pueden acceder a internet, la capacidad para evaluar la veracidad de la información y participar de forma crítica sigue siendo desigual. Los casos de estudio de la UMSA y del proyecto “Voces del Chaco” demuestran que las redes sociales pueden impulsar tanto protestas masivas como iniciativas de diálogo constructivo.

Para aprovechar plenamente el potencial democratizador de la digitalización, se recomiendan tres líneas de acción: (1) implementar programas de alfabetización digital en todos los niveles escolares, con énfasis en el análisis crítico de fuentes; (2) promover políticas públicas que fomenten la transparencia institucional y faciliten la participación online mediante plataformas oficiales seguras; y (3) apoyar iniciativas de producción de contenido juvenil que integren la investigación académica con formatos digitales accesibles.

En síntesis, la digitalización no es un fenómeno aislado, sino una herramienta que, bien orientada, puede revitalizar la participación política de los jóvenes bolivianos y contribuir al fortalecimiento de la democracia en el país.

### Referencias bibliográficas

- García, L. (2023). *Redes sociales y movilización política en América Latina*. Journal of Latin American Studies, 18(2), 145162.
- Granovetter, M. (1973). *The Strength of Weak Ties*. American Journal of Sociology, 78(6), 13601380.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2023). *Informe de conectividad digital en Bolivia 2022*. La Paz: INE.
- Rodríguez, M., & Salazar, P. (2023). *Desinformación y participación electoral de los jóvenes bolivianos*. Revista Boliviana de Ciencias Sociales, 12(1), 7894.
- UNESCO. (2022). *Alfabetización digital: guía para la educación en la era de la información*. París: UNESCO.
- Encuesta Nacional de Jóvenes (ENJ). (2022). *Perfil y actitudes de la juventud boliviana*. La Paz: Ministerio de Educación.

**Pregunta 1: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es la consecuencia social inmediata que tuvo la campaña del hashtag #ReformaEducativa2022 descrita en el artículo?**

#### Sustento

En la sección “Movilización a través de plataformas digitales” del artículo se indica que el hashtag #ReformaEducativa2022 alcanzó más de 250 000 interacciones y que la convocatoria resultó en una marcha en la Plaza Murillo con más de 5 000 participantes.

**Pregunta 2: De acuerdo con el texto, ¿cuál es la diferencia porcentual entre el porcentaje de jóvenes que se sienten capaces de distinguir noticias reales en el Departamento de La Paz y el porcentaje de los jóvenes que lo hacen en Potosí?**

#### Sustento

El 76 % de los jóvenes de La Paz declara sentirse capaz de distinguir noticias reales, mientras que en Potosí esa cifra es del 54 % (párrafo de ‘Acceso a la información política y alfabetización digital’). La diferencia es  $76\% - 54\% = 22$  puntos porcentuales.

**Pregunta 3: La lectura del texto permite identificar que, según la teoría del “Efecto de Red” citada en el apartado de movilización digital, ¿cuál es el segundo mecanismo que se menciona para explicar cómo las redes sociales favorecen la organización de protestas?**

#### Sustento

El segundo mecanismo es la retroalimentación instantánea (likes, retweets) que refuerza la percepción de apoyo social.

**Pregunta 4: El artículo señala que, comparando el porcentaje nacional de jóvenes que poseen un smartphone con el porcentaje de jóvenes en Potosí que se declaran capaces de distinguir noticias reales de falsas, ¿cuál es la diferencia porcentual entre ambos valores?**

#### Sustento

Según el texto, el 89 % de los jóvenes bolivianos posee un smartphone (párrafo de Acceso a la información) y que en Potosí solo el 54 % se siente capaz de distinguir noticias reales de falsas (tabla de la Encuesta Nacional

de Jóvenes, 2022). La diferencia entre ambos porcentajes es  $89\% - 54\% = 35\%$ . Las otras opciones (33 %, 41 %, 30 %) no corresponden a la resta exacta de los valores proporcionados y, por lo tanto, son distractores plausibles pero incorrectos.

**Pregunta 5: A consecuencia del análisis presentado, ¿cómo define el artículo el concepto de participación simbólica?**

**Sustento**

El artículo define la participación simbólica como “la expresión de opiniones y valores sin necesariamente traducirse en acción concreta” (sección ‘Nuevas formas de expresión y participación simbólica’).

**Pregunta 6: Del análisis presentado se desprende que, según el artículo, ¿cómo se define el concepto de alfabetización digital?**

**Sustento**

El artículo define la alfabetización digital como “la capacidad de buscar, evaluar y utilizar la información digital de forma responsable” (UNESCO, 2022). Esta definición aparece explícitamente en la sección 1 del Desarrollo.

**Pregunta 7: Del análisis presentado se desprende que la efectividad de la participación política de los jóvenes bolivianos depende principalmente de:**

**Sustento**

El artículo indica que, aunque el 89 % de los jóvenes posee un smartphone, la alfabetización digital sigue siendo desigual y es clave para evitar la apatía política (sección 1). Además, las conclusiones recomiendan implementar programas de alfabetización digital en todos los niveles escolares para que los jóvenes puedan evaluar críticamente la información y participar de forma efectiva.

**Pregunta 8: La lectura del texto permite identificar que, al comparar el proyecto “Voces del Chaco” con la campaña Reforma Educativa 2022, ¿cuál es la diferencia principal en el uso de los medios digitales para la participación política de los jóvenes en temas ambientales?**

**Sustento**

El artículo describe que “Voces del Chaco” consiste en una serie de podcasts compartidos en Instagram que generan debates sobre conservación ambiental y justicia social, es decir, una forma de participación simbólica centrada en temas ambientales. En contraste, la campaña #ReformaEducativa2022 se menciona como un caso de movilización digital donde un hashtag en Twitter y TikTok organizó una marcha presencial de más de 5 000 personas.

**Pregunta 9: Del análisis presentado se desprende que, en comparación con la movilización física derivada del hashtag #ReformaEducativa2022, la iniciativa “Voces del Chaco” se caracteriza principalmente por:**

**Sustento**

El texto describe a “Voces del Chaco” como una serie de podcasts que generan debates y expresan opiniones de forma creativa, es decir, una forma de participación simbólica que no se traduce necesariamente en acciones presenciales, a diferencia del caso del hashtag #ReformaEducativa2022, cuya movilización digital resultó en una marcha con más de 5 000 personas.

**Pregunta 10: Del análisis presentado se desprende que, debido al bajo costo de la participación digital descrito en la movilización #ReformaEducativa2022, es probable que:**

**Sustento**

La digitalización permite una movilización rápida y de bajo costo (párrafo de movilización digital) y que, para que el impacto sea positivo, se requieren políticas que fomenten la transparencia y la infraestructura digital (conclusiones). De manera implícita, el bajo costo de participar genera mayor presión de los jóvenes para que el Estado invierta en infraestructura digital, lo cual puede traducirse en beneficios económicos al ampliar el acceso a información y herramientas digitales.

**Pregunta 11: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cómo se diferencian los efectos de la digitalización en la movilización política de los jóvenes en la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y en la región del Beni?**

**Sustento**

El texto, el caso de la UMSA mostró una movilización rápida y masiva con el hashtag #ReformaEducativa2022, alcanzando más de 250 000 interacciones y una marcha de 5,000 personas, lo que ejemplifica el “efecto de red” descrito. En la región del Beni, por otro lado, el artículo indica que grupos rivales usaron WhatsApp para difundir mensajes polarizadores que dificultan la construcción de consensos, generando fragmentación y limitando la movilización colectiva.

**Pregunta 12: El artículo señala que, al comparar la movilización a través de plataformas digitales con la expresión simbólica en redes sociales, la consecuencia social más distintiva para la participación política juvenil es que:**

**Sustento**

El texto describe que la movilización a través de plataformas digitales, como el caso del hashtag #ReformaEducativa2022, llevó a una protesta física con más de 5 000 personas, lo que demuestra una traducción de la actividad en línea a acción colectiva concreta. Por otro lado, en la sección de “Nuevas formas de expresión y participación simbólica” se indica que los memes, videos y podcasts fomentan el sentido de pertenencia y habilidades de comunicación, pero señala que “la medida en que estas actividades se traducen en cambios políticos concretos sigue siendo objeto de investigación”, lo que implica que su consecuencia principal es simbólica más que accionable.

**Pregunta 13: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es la conclusión más probable sobre el efecto histórico de la expansión digital en la participación política de los jóvenes bolivianos entre 2013 y 2022?**

**Sustento**

El texto indica que el acceso a Internet en hogares pasó del 34 % en 2013 al 71 % en 2022 y que el 89 % de los jóvenes posee un smartphone, evidenciando una expansión tecnológica importante. Sin embargo, la calidad de la participación varía: en La Paz el 76 % de los jóvenes se siente capaz de distinguir noticias reales de falsas, mientras que en Potosí esa cifra es solo 54 %. Además, la exposición a “fake news” está asociada a una reducción del 12 % en la probabilidad de votar. Estos datos demuestran que, aunque haya más dispositivos y mayor conectividad, la participación política mejora sustancialmente solo donde la alfabetización digital se ha reforzado, lo que lleva a la conclusión de que la expansión digital por sí sola no asegura un aumento generalizado de la participación.

**Pregunta 14: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál es la perspectiva futura que el autor sugiere para potenciar la participación política de los jóvenes bolivianos?**

#### **Sustento**

En la sección de conclusiones el autor propone tres líneas de acción futuras: (1) programas de alfabetización digital en todos los niveles escolares, (2) políticas públicas que fomenten la transparencia y faciliten la participación online mediante plataformas seguras, y (3) apoyo a iniciativas de contenido juvenil que integren investigación académica con formatos digitales. Estas medidas buscan convertir la digitalización en una herramienta democratizadora.

**Pregunta 15: De acuerdo con el texto, ¿qué es probable que ocurra si la producción y difusión de contenidos juveniles sobre temas ambientales, como el proyecto “Voces del Chaco” se intensifica en las redes sociales?**

#### **Sustento**

El artículo indica que el proyecto “Voces del Chaco” ha generado debates entre la comunidad académica y ONG, facilitando la inserción de la perspectiva juvenil en la agenda pública. Por lo tanto, ampliar la producción y difusión de contenidos similares plausiblemente reforzará esa inserción y ejercerá presión para que las instituciones consideren políticas de conservación.

**Pregunta 16: La lectura del texto permite identificar que, al comparar la campaña ReformaEducativa2022 conducida por la UMSA con el uso de WhatsApp en el Beni, la diferencia esencial radica en:**

#### **Sustento**

El texto describe que la campaña #ReformaEducativa2022, difundida mediante el hashtag en Twitter y TikTok, logró más de 250 000 interacciones y movilizó a más de 5 000 personas en una marcha, evidenciando una identificación colectiva y acción física. En contraste, el párrafo sobre el Beni señala que grupos rivales usan WhatsApp para difundir mensajes polarizadores que dificultan la construcción de consensos, indicando un efecto de fragmentación y polarización.

**Pregunta 17: De acuerdo con el texto, ¿qué principio general se puede extraer sobre la relación entre la digitalización y la participación política de los jóvenes bolivianos?**

#### **Sustento**

El artículo indica que, aunque el 89 % de los jóvenes posee un smartphone y el 68 % usa internet cotidianamente, la mera posesión no garantiza participación crítica; la alfabetización digital, definida como la capacidad de buscar, evaluar y usar información digital responsablemente, sigue siendo desigual y se señala como factor clave para que la digitalización no se traduzca en apatía política (sección ‘Acceso a la información política y alfabetización digital’).

**Pregunta 18: La lectura del texto permite identificar que, si se implementan a nivel nacional programas de alfabetización digital dirigidos a jóvenes de entre 17 y 19 años, es probable que...**

#### **Sustento**

El artículo señala que el 89 % de los jóvenes poseía un smartphone, pero la alfabetización digital es desigual (76 % en La Paz versus 54 % en Potosí) y que la exposición a “fake news” está vinculada a una reducción del 12 % en la probabilidad de votar (Rodríguez y Salazar, 2023). Asimismo, se recomienda implementar programas de alfabetización digital para mejorar la capacidad crítica. Por lo tanto, si dichos programas se extienden a nivel nacional, es razonable inferir que la habilidad de distinguir información falsa aumentará, lo que mitigará la caída del 12 % en la intención de voto.

**Pregunta 19: Según el artículo, ¿qué es probable que ocurra si se implementan programas de alfabetización digital extensivos en todas las escuelas de Bolivia?**

**Sustento**

El artículo subraya que la alfabetización digital es clave para que la digitalización no conduzca a apatía política; menciona que la exposición a “fake news” reduce la intención de voto en un 12 % y que mejorar la capacidad de evaluar la veracidad de la información debería revertir esa tendencia, incrementando la participación electoral.

**Pregunta 20: Basándose en la información proporcionada, ¿qué principio general puede inferirse sobre el papel de los jóvenes bolivianos como actores en la participación política digital?**

**Sustento**

El artículo muestra dos casos específicos: la movilización de estudiantes de la UMSA mediante el hashtag #ReformaEducativa2022, que evidencia la capacidad de los jóvenes para organizar protestas masivas, y el proyecto “Voces del Chaco”, que ilustra la generación de contenido simbólico (podcasts) que inserta sus perspectivas en la agenda pública. Ambos ejemplos confirman que los jóvenes actúan como catalizadores que coordinan acciones colectivas y crean discursos digitales.

**Pregunta 21: Basándose en la información proporcionada, ¿qué diferencia económica se puede inferir entre la movilización digital de los jóvenes mediante hashtags y la exposición a noticias falsas en relación con su potencial efecto sobre la participación electoral?**

**Sustento**

El texto describe que el hashtag #ReformaEducativa2022 movilizó a más de 5 000 personas y alcanzó 250 000 interacciones, lo que evidencia una capacidad de generar participación política concreta; esa participación puede traducirse en una mayor influencia económica de los jóvenes al impactar decisiones de políticas públicas. En contraste, el artículo indica que la exposición a noticias falsas está vinculada a una reducción del 12 % en la probabilidad de voto (Rodríguez y Salazar, 2023), lo que implica una menor capacidad de influir económicamente en los procesos electorales.

**Pregunta 22: Del análisis presentado se desprende que la principal fortaleza del enfoque metodológico del artículo radica en:**

**Sustento**

El artículo utiliza estadísticas de la Encuesta Nacional de Jóvenes 2022 y del INE (por ejemplo, el 89 % de jóvenes con smartphone) junto con casos de estudio concretos como la campaña #ReformaEducativa2022 de la UMSA y el proyecto “Voces del Chaco”. Esta mezcla de fuentes cuantitativas y cualitativas brinda triangulación y contextualiza los resultados.

**Pregunta 23: El artículo señala que la digitalización puede revitalizar la democracia boliviana siempre que se acompañe de políticas de alfabetización digital; ¿qué tan válido es este argumento según la información presentada?**

**Sustento**

La sección de conclusiones el autor afirma que la digitalización ofrece una oportunidad histórica para revitalizar la democracia, siempre que se acompañe de políticas que promuevan el pensamiento crítico y la alfabetización digital. Además, en el apartado sobre alfabetización digital se muestra que la capacidad de distinguir noticias reales de falsas está vinculada a una mayor intención de participar, lo que respalda la relación entre alfabetización y participación política.

**Pregunta 24: De acuerdo con el texto, ¿cuál de las siguientes limitaciones o sesgos no está contemplado en las soluciones propuestas por los autores?**

**Sustento**

El artículo reconoce desigualdades en acceso a internet según la ubicación geográfica (párrafos de la introducción y desarrollo, sección 1), las tres líneas de acción propuestas en la conclusión se centran en alfabetización digital, transparencia institucional y apoyo a contenidos juveniles, sin mencionar medidas concretas para ampliar la infraestructura de conectividad en zonas rurales.

**Pregunta 25: De acuerdo con el texto, ¿qué tipo de evidencia sería más pertinente para reforzar la afirmación de que los programas de alfabetización digital aumentan la intención de voto entre los jóvenes bolivianos?**

**Sustento**

El texto señala que la alfabetización digital es clave para que la digitalización no genere apatía política, pero la evidencia presentada es mayormente correlacional (por ejemplo, diferencias entre La Paz y Potosí). Para demostrar que los programas de alfabetización incrementan la intención de voto, se requeriría evidencia experimental que controle variables y mida cambios en la intención de voto antes y después de la intervención.

**Pregunta 26: De acuerdo con el texto, ¿por qué es relevante implementar programas de alfabetización digital en las escuelas bolivianas para mejorar la participación política de los jóvenes?**

**Sustento**

El artículo señala que, aunque el 89 % de los jóvenes posee smartphone, la alfabetización digital sigue siendo desigual (76 % en La Paz vs 54 % en Potosí) y que la exposición a noticias falsas reduce en un 12 % la probabilidad de voto (Rodríguez y Salazar, 2023). Por lo tanto, programas educativos que desarrollen la capacidad de buscar, evaluar y usar información digital son esenciales para mitigar la desinformación y favorecer una participación política más informada y activa.

**Pregunta 27: Considerando lo mencionado en el texto, ¿qué sesgo económico está presente en el enfoque del autor al analizar la digitalización y la participación política de los jóvenes bolivianos?**

**Sustento**

El artículo indica que el 89 % de los jóvenes posee un smartphone y menciona diferencias geográficas y educativas, no aborda explícitamente cómo la situación socio económica (ingresos familiares, capacidad de pago de planes de datos, etc.) afecta el acceso y la calidad de la participación digital. Esta omisión constituye un sesgo económico, ya que la capacidad de participar críticamente en entornos digitales depende también de recursos financieros que el texto no considera.

**Pregunta 28: Del análisis presentado se desprende que, en contraste con la concepción tradicional de que la defensa ambiental depende principalmente de acciones de campo, ¿qué afirma el artículo sobre el papel de iniciativas digitales como los podcasts 'Voces del Chaco' en la influencia de políticas medioambientales?**

**Sustento**

La sección 'Nuevas formas de expresión y participación simbólica' se describe que el proyecto 'Voces del Chaco' ha generado debates y ha facilitado la inserción de la perspectiva juvenil en la agenda pública, pero el artículo también señala que la medida en que estas actividades se traduzcan en cambios políticos concretos sigue siendo objeto de investigación.

**Pregunta 29: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuáles son las principales implicaciones éticas y sociales que deben considerarse al diseñar programas de alfabetización digital dirigidos a los jóvenes bolivianos para fortalecer su participación política?**

**Sustento**

El artículo subraya que la digitalización solo favorece la participación política si se acompañan políticas de alfabetización digital que incluyan pensamiento crítico, inclusión digital y medidas contra la desinformación (párrafos sobre alfabetización digital y conclusiones). Además, señala la necesidad de reducir la brecha de acceso entre regiones como La Paz y Potosí y de proteger a los jóvenes de la manipulación de información.

**Pregunta 30: De acuerdo con el texto, ¿cuáles son las implicaciones éticas más relevantes de la desigualdad en alfabetización digital entre los jóvenes de La Paz y Potosí para la calidad de la participación política?**

**Sustento**

El texto señala que en La Paz el 76 % de los jóvenes se siente capaz de distinguir noticias reales de falsas, mientras que en Potosí esa cifra cae al 54 %. Además, se menciona que la exposición a “fake news” está vinculada a una reducción del 12 % en la probabilidad de votar (Rodríguez y Salazar, 2023). Esta combinación indica una vulnerabilidad ética: la falta de alfabetización digital expone a ciertos jóvenes a desinformación, lo que afecta su intención de participar y vulnera el principio de igualdad democrática.

## Inteligencia artificial en la educación boliviana: oportunidades, retos y perspectivas científicas

### Resumen

El rápido avance de la inteligencia artificial (IA) está transformando la manera en que se concibe la enseñanza y el aprendizaje en todo el mundo. En Bolivia, la incorporación de herramientas basadas en IA —desde tutores virtuales hasta sistemas de analítica de aprendizaje— ofrece la posibilidad de mejorar la calidad educativa, reducir brechas de acceso y personalizar la instrucción. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías plantea desafíos técnicos, éticos y estructurales que deben abordarse con evidencia científica. El presente artículo revisa, de forma accesible para estudiantes de bachillerato, los fundamentos neurocientíficos que sustentan la personalización del aprendizaje, describe las principales aplicaciones de IA en entornos escolares bolivianos, y analiza los obstáculos de infraestructura, capacitación docente y privacidad de datos. Se incluyen datos estadísticos oficiales (INE, 2023) y estudios internacionales (UNESCO, 2022) para contextualizar la realidad local. Finalmente, se discuten líneas de investigación y políticas públicas que podrían orientar una integración responsable de la IA en la educación del país.

### Introducción

En los últimos diez años, la IA ha pasado de ser una disciplina de nicho a una herramienta omnipresente en la vida cotidiana. Algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) permiten que una computadora reconozca patrones en grandes volúmenes de datos y tome decisiones con mínima intervención humana. En el sector educativo, estas capacidades se traducen en sistemas capaces de diagnosticar dificultades de aprendizaje, recomendar contenidos y adaptar la velocidad de enseñanza a cada estudiante. La pandemia de COVID 19 aceleró la digitalización de la educación en América Latina; según el informe de la UNESCO (2022), el 78 % de los países de la región utilizó plataformas en línea para la continuidad pedagógica, lo que generó una mayor exposición a soluciones basadas en IA.

Bolivia, con una población estudiantil de más de 2 millones de jóvenes en educación secundaria (INE, 2023), enfrenta retos históricos de desigualdad territorial, limitaciones de infraestructura y escasez de personal docente capacitado. En este contexto, la IA se presenta como una oportunidad para

ofrecer recursos educativos de calidad sin necesidad de presencia física constante, pero también como un reto al requerir conectividad, datos confiables y marcos regulatorios claros. El objetivo de este artículo es proporcionar una visión científica y práctica sobre cómo la IA puede transformar la educación boliviana, considerando tanto sus potenciales beneficios como los límites que la realidad local impone.

### Fundamentos neurocientíficos del aprendizaje personalizado

Los hallazgos de la neurociencia cognitiva indican que el cerebro humano aprende de forma más eficaz cuando la información se presenta de manera adaptada a sus propias rutas de procesamiento. Dos conceptos resultan clave: *plasticidad sináptica* y *carga cognitiva*. La plasticidad sináptica se refiere a la capacidad de las conexiones entre neuronas (sinapsis) de fortalecerse o debilitarse en respuesta a experiencias repetidas; este proceso es la base biológica del aprendizaje y la memoria (Kandel, 2020). Por otro lado, la teoría de la carga cognitiva sostiene que el rendimiento académico disminuye cuando la información supera la capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo del estudiante (Sweller, 2019).

Los sistemas de IA que emplean algoritmos de *recomendación* (similar a los que usan plataformas de streaming) pueden estimar la zona de desarrollo próximo de cada alumno—el rango en el que el estudiante está listo para aprender una nueva habilidad con apoyo apropiado—y ajustar la complejidad de los ejercicios en consecuencia. Cuando la tarea se alinea con la zona de desarrollo próximo, se maximiza la plasticidad sináptica sin saturar la carga cognitiva, lo que, según la investigación neuroeducativa, favorece la retención a largo plazo y la transferencia de conocimientos (Ansari & Coch, 2021). En otras palabras, la IA actúa como un “director de orquesta” que modula el ritmo y la intensidad de la señal educativa para que el cerebro la procesen de forma óptima.

### Aplicaciones de IA en entornos educativos bolivianos

#### Tutores virtuales y plataformas adaptativas

En Bolivia, el Ministerio de Educación ha

impulsado el programa *Bolivia Aprende Digital* (20222025), que incorpora plataformas de aprendizaje adaptativo como **Khan Academy** y **Microsoft Education**. Estas herramientas integran módulos de IA que analizan los resultados de los ejercicios y generan rutas de estudio personalizadas. Un estudio piloto realizado en la Universidad Católica Boliviana (UCB) con 1 200 estudiantes de segundo de bachillerato reveló que, al usar un tutor virtual basado en IA, el promedio de calificaciones en matemática aumentó de 6.8 a 8.1 en un semestre, mientras que la tasa de deserción en la asignatura cayó un 12 % (Gómez et al., 2023). Los datos sugieren que la personalización basada en IA puede compensar la escasez de docentes especializados en áreas críticas como matemática y ciencias.

#### **Analítica de aprendizaje y detección temprana de riesgos**

Otro uso emergente es la analítica de aprendizaje (learning analytics), que consiste en recolectar, medir y analizar datos de interacción de los estudiantes con plataformas digitales. Algoritmos de clasificación (por ejemplo, regresión logística) pueden predecir la probabilidad de que un estudiante repita el año o abandone la escuela, basándose en variables como tiempo de conexión, número de intentos fallidos y patrones de participación en foros. En el Departamento de Tarija, el proyecto *Alerta Escolar* de la Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF) implementó un modelo de predicción que identificó a 184 estudiantes con alto riesgo de deserción; de ellos, el 67 % recibió intervenciones pedagógicas personalizadas y continuó sus estudios al finalizar el ciclo (Paredes & Martínez, 2022). Estas cifras demuestran que la IA puede proporcionar información anticipada que permita a los docentes y administradores diseñar estrategias de apoyo antes de que el problema se materialice.

#### **Realidad aumentada y simulaciones basadas en IA**

En áreas como la biología y la química, la IA se combina con la realidad aumentada (RA) para crear laboratorios virtuales. Un ejemplo local es el proyecto *Química en 3D* desarrollado por la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) en colaboración con la empresa boliviana **Teknova**. Utilizando algoritmos de visión por computadora, los estudiantes pueden observar

la interacción de moléculas en tiempo real a través de sus dispositivos móviles, mientras la IA ajusta los parámetros de la simulación (temperatura, concentración) en función de las respuestas del alumno. Según la encuesta de satisfacción aplicada a 350 estudiantes de primero de bachillerato, el 84 % indicó que la experiencia mejoró su comprensión de conceptos como enlaces iónicos y covalentes, comparado con el 51 % que manifestó lo mismo con la enseñanza tradicional.

#### **Desafíos éticos, técnicos y estructurales en Bolivia**

##### **Infraestructura y conectividad**

A pesar de los avances, la brecha digital sigue siendo significativa. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023), solo el 38 % de los hogares rurales dispone de conexión a Internet de banda ancha, mientras que la cifra asciende al 71 % en áreas urbanas. Esta disparidad limita la implementación uniforme de plataformas basadas en IA y podría ampliar la desigualdad educativa si no se adopta una estrategia de mitigación, como la instalación de puntos de acceso comunitarios o la distribución de dispositivos con conexión satelital.

##### **Capacitación docente**

Los docentes deben desempeñar un papel activo en la supervisión y alimentación de los sistemas de IA; sin embargo, la mayoría de los profesores en Bolivia no ha recibido formación formal en tecnologías emergentes. Un informe del Programa de Fortalecimiento Docente (2022) indica que solo el 22 % de los docentes de secundaria ha participado en cursos de alfabetización digital avanzada. La falta de competencias técnicas puede generar una dependencia excesiva del algoritmo, sin la capacidad de interpretar los resultados ni de intervenir cuando la IA sugiere una ruta pedagógica inadecuada.

##### **Privacidad y sesgo algorítmico**

Los sistemas de IA requieren grandes volúmenes de datos personales (nombre, edad, historial académico). La legislación boliviana sobre protección de datos está en proceso de modernización; la Ley de Protección de Datos Personales (Proyecto 2024) aún no ha sido promulgada. La ausencia de un marco legal sólido aumenta el riesgo

de que la información de los estudiantes sea utilizada de forma indebida o que se cometan violaciones de privacidad. Además, los algoritmos pueden heredar sesgos presentes en los datos de entrenamiento; si los conjuntos de datos provienen mayormente de contextos urbanos, los modelos podrían subestimar las necesidades de los estudiantes rurales, reproduciendo inequidades ya existentes (Barocas, Hardt & Narayanan, 2019).

### Conclusiones

La inteligencia artificial ofrece un potencial transformador para la educación boliviana, al posibilitar la personalización del aprendizaje, la detección temprana de riesgos y la creación de entornos de simulación inmersivos. Los estudios piloto locales demuestran mejoras tangibles en desempeño académico y reducción de deserción cuando se aplican tutores virtuales y analítica de aprendizaje. Sin embargo, la efectividad de estas soluciones

depende críticamente de la infraestructura de conectividad, la capacitación de los docentes y la existencia de marcos regulatorios que garanticen la privacidad y la equidad.

Para aprovechar al máximo la IA, se recomienda: (1) invertir en redes de banda ancha en zonas rurales; (2) diseñar programas de formación continua para docentes centrados en alfabetización de datos y ética algorítmica; (3) desarrollar políticas de protección de datos que regulen la recopilación y uso de la información estudiantil; y (4) fomentar la investigación local que incluya a comunidades diversas en la construcción de bases de datos, reduciendo así los sesgos algorítmicos.

En síntesis, la integración responsable de la IA puede contribuir a cerrar brechas históricas y a elevar la calidad educativa en Bolivia, siempre y cuando se acompañe de esfuerzos coordinados entre gobierno, instituciones académicas y sector privado.

### Referencias bibliográficas

- Barocas, S., Hardt, M., & Narayanan, A. (2019). *Fairness and machine learning*. MIT Press.
- Gómez, L., Rojas, M., & Fernández, P. (2023). Impacto de un tutor virtual basado en inteligencia artificial en el rendimiento de matemática de estudiantes de bachillerato en Bolivia. *Revista Boliviana de Educación*, 45(2), 112129.
- Kandel, E. R. (2020). *Principles of neural science* (6ª ed.). McGrawHill.
- Paredes, J., & Martínez, S. (2022). Modelo predictivo de deserción escolar en el Departamento de Tarija: una aplicación de analítica de aprendizaje. *Educación y Tecnología*, 38(1), 7794.
- UNESCO. (2022). *Educación digital postpandemia en América Latina y el Caribe*. París: UNESCO.
- Sweller, J. (2019). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 60, 161172.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2023). *Encuesta de Hogares 2023: Acceso a Tecnologías de la Información y Comunicación*. La Paz: INE.

**Pregunta 1: Según el artículo, ¿qué actor es mencionado primero como iniciador de la implementación de herramientas de IA en la educación boliviana?**

### Sustento

El artículo introduce primero al Ministerio de Educación como responsable del programa 'Bolivia Aprende Digital' (2022-2025), que incorpora plataformas de IA como Khan Academy y Microsoft Education. Los proyectos de la

Universidad Católica Boliviana, la Universidad Autónoma Tomás Frías y la Universidad Mayor de San Andrés se describen posteriormente, por lo que no son los primeros actores mencionados.

**Pregunta 2: De acuerdo con el texto, ¿qué organismo proporciona la cifra del 38 % de hogares rurales bolivianos con conexión a Internet de banda ancha?**

**Sustento**

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023), solo el 38 % de los hogares rurales dispone de conexión a Internet de banda ancha. Las demás opciones son incorrectas: el Ministerio de Educación impulsa programas educativos, la UNESCO reporta datos a nivel regional y la UMSA participa en proyectos de realidad aumentada, pero ninguna de ellas es la fuente de la estadística mencionada.

**Pregunta 3: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es la segunda consecuencia social que se menciona respecto a la adopción de la IA en la educación boliviana?**

**Sustento**

La falta de competencias técnicas puede generar una dependencia excesiva del algoritmo, sin la capacidad de interpretar los resultados ni de intervenir cuando la IA sugiere una ruta pedagógica inadecuada. Este es el segundo efecto social mencionado después de la ‘ampliación de la desigualdad educativa’ (primera consecuencia).

**Pregunta 4: El artículo señala que los conceptos neurocientíficos clave para la personalización del aprendizaje son:**

**Sustento**

Dos conceptos resultan clave: plasticidad sináptica y carga cognitiva. Las demás opciones combinan términos que aparecen en el texto, pero nunca se presentan juntos como los dos conceptos clave; por ejemplo, “neuroplasticidad” y “memoria de trabajo” son conceptos relacionados, pero no citados como los dos esenciales, y “aprendizaje automático” y “inteligencia emocional” pertenecen a dominios diferentes al de los fundamentos neurocientíficos descritos.

**Pregunta 5: De acuerdo con el texto, ¿cuáles son los principales desafíos que se identifican para la integración de la IA en la educación boliviana?**

**Sustento**

En la sección ‘Desafíos éticos, técnicos y estructurales en Bolivia’ el artículo enumera tres problemas principales: (1) Infraestructura y conectividad, (2) Capacitación docente y (3) Privacidad y sesgo algorítmico. Las demás opciones mezclan conceptos que aparecen en el texto (por ejemplo, privacidad y sesgo) con elementos que no se mencionan como desafíos específicos (como ‘falta de inversión’ o ‘alta tasa de deserción’), por lo que son distractores incorrectos.

**Pregunta 6: Según el artículo, ¿qué porcentaje de hogares rurales en Bolivia dispone de conexión a Internet de banda ancha?**

**Sustento**

El texto indica que “solo el 38 % de los hogares rurales dispone de conexión a Internet de banda ancha”. Las opciones 1, 2 y 3 corresponden a datos diferentes del artículo: 71 % es el porcentaje de hogares urbanos con banda ancha, 22 % es la proporción de docentes que ha recibido capacitación digital avanzada, y 84 % es

el porcentaje de estudiantes que reportó mejor comprensión tras usar realidad aumentada. Ninguno de esos valores se refiere a la conectividad de hogares rurales.

**Pregunta 7: El artículo señala que solo el 38 % de los hogares rurales tiene conexión de banda ancha, mientras que el 71 % de los urbanos sí la posee. ¿Qué consecuencia se puede deducir si esta diferencia de conectividad no se corrige al introducir herramientas de IA en la educación?**

#### **Sustento**

El texto indica que la brecha digital es significativa (38 % de hogares rurales con banda ancha versus 71 % en urbanos) y que esta disparidad limita la implementación uniforme de plataformas de IA, pudiendo ampliar la desigualdad educativa si no se adopta una estrategia de mitigación. Por lo tanto, la consecuencia lógica es que la desigualdad entre áreas rurales y urbanas se incrementará. Las otras opciones interpretan erróneamente el efecto: la reducción de deserción, el aumento de capacitación docente o la disminución de necesidad de infraestructura no están sustentadas por la información dada y, al contrario, requieren mejoras en conectividad.

**Pregunta 8: Según el artículo, ¿cuál es la principal fortaleza del enfoque de tutores virtuales basados en IA en la educación secundaria boliviana?**

#### **Sustento**

El estudio piloto de la Universidad Católica Boliviana, el uso de un tutor virtual basado en IA elevó el promedio de calificaciones en matemática de 6.8 a 8.1 y redujo la tasa de deserción en la asignatura en un 12 %. Estos resultados demuestran una mejora académica clara y una disminución de la deserción, que son la fortaleza principal del enfoque.

**Pregunta 9: Considerando lo mencionado en el texto, ¿qué tan válido es el argumento de que la inteligencia artificial reducirá automáticamente las brechas sociales en la educación boliviana?**

#### **Sustento**

El artículo destaca tanto las oportunidades de la IA para mejorar la calidad educativa y reducir desigualdades (p. ej., tutores virtuales que compensan la escasez de docentes) como los grandes desafíos estructurales: solo el 38 % de los hogares rurales tiene banda ancha y solo el 22 % de los docentes ha recibido capacitación en tecnologías emergentes. Estas limitaciones hacen que la reducción de brechas dependa de mejoras en conectividad y formación docente, por lo que el argumento de una reducción automática es solo parcialmente válido. Las opciones 1 y 2 son incorrectas porque exageran o niegan completamente el impacto descrito; el texto no afirma una eliminación total ni una ausencia de efectos sociales.

**Pregunta 10: Del análisis presentado se desprende que, respecto a los resultados del estudio piloto con tutor virtual basado en IA, la evidencia es:**

#### **Sustento**

El artículo indica que el estudio piloto se realizó con 1 200 estudiantes de segundo de bachillerato de la Universidad Católica Boliviana, mostrando un aumento de calificaciones de 6.8 a 8.1 y una reducción de deserción del 12 %. Sin embargo, el texto aclara que estos resultados son locales y que la efectividad de la IA depende de factores como infraestructura y capacitación docente. Por lo tanto, la evidencia es válida como indicio preliminar, pero no suficiente para afirmar mejoras a nivel nacional sin investigaciones adicionales en contextos rurales y con mayor número de participantes. Las demás opciones sobreestiman la generalización, confunden la muestra con la población total o atribuyen la mejora exclusivamente a la IA sin considerar otras variables, por lo que no reflejan la interpretación crítica que el artículo sugiere.

**Pregunta 11: De acuerdo con el texto, ¿cuál de los siguientes aspectos representa una posible limitación que podría sesgar los resultados del estudio piloto sobre tutores virtuales?**

**Sustento**

El estudio piloto se realizó en la Universidad Católica Boliviana con 1 200 estudiantes de segundo de bachillerato, sin especificar si incluía a escuelas rurales o de diferentes regiones; por tanto, la muestra es limitada y no representa a todo el sistema educativo boliviano, lo que constituye una posible fuente de sesgo.

**Pregunta 12: De acuerdo con el texto, ¿cuál es la principal implicación económica de adoptar inteligencia artificial en la educación boliviana?**

**Sustento**

La efectividad de la IA depende de “invertir en redes de banda ancha en zonas rurales” y “diseñar programas de formación continua para docentes” (sección de conclusiones y desafíos). Estas inversiones son presentadas como la principal implicación económica.

**Pregunta 13: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuál de los siguientes sesgos potenciales no se discute explícitamente en el artículo?**

**Sustento**

El artículo menciona explícitamente sesgos derivados de datos urbanos, la brecha de conectividad y la falta de capacitación docente, pero no aborda en ningún pasaje un sesgo de género. En la sección ‘Desafíos éticos, técnicos y estructurales’ se habla de sesgo algorítmico ligado a datos mayormente urbanos y de cómo la falta de infraestructura y de formación docente pueden afectar la equidad, sin mencionar la posible discriminación por género. Las demás opciones describen sesgos que sí son mencionados en el texto.

**Pregunta 14: El artículo señala que la IA puede modular la carga cognitiva y la plasticidad sináptica para optimizar el aprendizaje. Según una valoración crítica simple, ¿cuál de los siguientes enunciados representa la mayor fortaleza de este enfoque científico?**

**Sustento**

Los sistemas de IA se basan en los conceptos de plasticidad sináptica y carga cognitiva, permitiendo ajustar la complejidad de los ejercicios a la zona de desarrollo próximo del estudiante; esto, según la investigación neuro-educativa citada, maximiza la plasticidad sináptica sin saturar la carga cognitiva y, por ende, favorece la retención a largo plazo (sección ‘Fundamentos neurocientíficos del aprendizaje personalizado’).

**Pregunta 15: Según el artículo, ¿cuál de los siguientes actores es el más determinante para garantizar una integración responsable de la IA en la educación boliviana?**

**Sustento**

El Ministerio de Educación lidera el programa ‘Bolivia Aprende Digital’ (2022 2025), propone inversiones en conectividad, diseña programas de capacitación docente y coordina políticas públicas para la protección de datos. Estos roles son descritos como esenciales para una integración responsable, mientras que las empresas, los estudiantes y las organizaciones internacionales juegan papeles complementarios, pero no determinantes.

**Pregunta 16: La lectura del texto permite identificar que, para que la IA contribuya de forma efectiva a la educación en Bolivia, es necesario que las soluciones propuestas se orienten principalmente a:**

**Sustento**

El artículo concluye que la integración responsable de la IA requiere (1) invertir en redes de banda ancha en zonas rurales, (2) diseñar programas de formación continua para docentes y (3) crear políticas de protección de datos que regulen la recopilación y uso de información estudiantil. Estas tres líneas de acción aparecen en la sección de conclusiones y resumen los obstáculos estructurales, de capacitación y éticos que deben abordarse conjuntamente.

**Pregunta 17: De acuerdo con el texto, ¿qué consecuencia se puede deducir si se invierte en redes de banda ancha en zonas rurales?**

**Sustento**

La falta de conectividad en hogares rurales (solo 38 % con banda ancha) limita la implementación de plataformas de IA y que invertir en redes de banda ancha es una de las recomendaciones para cerrar la brecha digital y lograr una integración responsable de la IA.

**Pregunta 18: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es el propósito económico principal de mejorar la conectividad de banda ancha en zonas rurales de Bolivia?**

**Sustento**

La disparidad de conectividad (38 % en áreas rurales vs. 71 % en urbanas) “limita la implementación uniforme de plataformas basadas en IA y podría ampliar la desigualdad educativa” y recomienda invertir en redes de banda ancha para “evitar ampliar la desigualdad educativa”. Al reducir esa brecha, se fortalece el capital humano y se crea una base para el desarrollo económico a largo plazo.

**Pregunta 19: De acuerdo con el texto, ¿qué efecto probable tendría la falta de capacitación docente en inteligencia artificial sobre el uso de los sistemas de IA en las aulas?**

**Sustento**

El artículo indica que, al no recibir formación adecuada, “la mayoría de los profesores... no ha recibido formación formal... La falta de competencias técnicas puede generar una dependencia excesiva del algoritmo, sin la capacidad de interpretar los resultados ni de intervenir cuando la IA sugiere una ruta pedagógica inadecuada”. Esa relación causa efecto se infiere del texto.

**Pregunta 20: De acuerdo con el texto, ¿cuál es el mensaje principal implícito que el autor comunica respecto a los datos estadísticos proporcionados?**

**Sustento**

El autor destaca, mediante los datos del INE (2023), que solo el 38 % de los hogares rurales dispone de conexión de banda ancha frente al 71 % en áreas urbanas, y señala que esta desigualdad de conectividad limita la implementación uniforme de plataformas basadas en IA y podría ampliar la brecha educativa. Además, en la sección de desafíos se menciona que invertir en infraestructura de internet es esencial para que la IA beneficie a todos los estudiantes.

**Pregunta 21: De acuerdo con el texto, ¿qué conclusión lógica se puede extraer sobre los procesos técnicos de IA que personalizan el aprendizaje?**

**Sustento**

Los algoritmos de recomendación de IA pueden estimar la zona de desarrollo próximo del alumno y adaptar la complejidad de los ejercicios, logrando que la tarea maximice la plasticidad sináptica sin saturar la carga cognitiva (sección 'Fundamentos neurocientíficos del aprendizaje personalizado').

**Pregunta 22: Según el artículo, ¿qué se puede concluir acerca del impacto de la personalización basada en IA en el desempeño académico de los estudiantes bolivianos?**

**Sustento**

El estudio piloto de la Universidad Católica Boliviana (Gómez et al., 2023) con 1 200 estudiantes de segundo de bachillerato, el promedio de calificaciones en matemática pasó de 6.8 a 8.1 y la tasa de deserción disminuyó en un 12 % al usar un tutor virtual basado en IA. Estos datos combinan mejoras en rendimiento y reducción de deserción, lo que permite inferir que la personalización mediante IA tiene un impacto positivo.

**Pregunta 23: La lectura del texto permite identificar que la principal diferencia entre los tutores virtuales y la analítica de aprendizaje es que:**

**Sustento**

Los tutores virtuales, como el piloto de la UCB, mejoraron el promedio de calificaciones y disminuyeron la deserción mediante rutas de estudio personalizadas (sección 'Tutores virtuales y plataformas adaptativas'). En contraste, la analítica de aprendizaje se describe como un método para recolectar y analizar datos de interacción que permite predecir la probabilidad de deserción y aplicar intervenciones tempranas (sección 'Analítica de aprendizaje y detección temprana de riesgos'). Por lo tanto, la diferencia radica en la personalización académica frente a la predicción y prevención de la deserción.

**Pregunta 24: La lectura del texto permite identificar que la perspectiva futura del autor para la integración responsable de la IA en la educación boliviana es que:**

**Sustento**

En la sección de Conclusiones y recomendaciones el autor indica que la efectividad de la IA requiere (1) invertir en redes de banda ancha en zonas rurales, (2) diseñar programas de formación continua para docentes y (3) desarrollar políticas de protección de datos, señalando que la combinación de estos elementos es esencial para lograr un impacto positivo.

**Pregunta 25: Del análisis presentado, se desprende que todas las metodologías basadas en IA descritas comparten como objetivo principal...**

**Sustento**

A lo largo del artículo, cada metodología de IA se presenta como medio para adaptar la instrucción al estudiante: el tutor virtual de la UCB mejoró las calificaciones al ofrecer rutas de estudio personalizadas; la analítica de aprendizaje del proyecto Alerta Escolar detectó riesgos temprano para proporcionar apoyos individualizados; y la realidad aumentada del proyecto Química en 3D ajustó la simulación según las respuestas del alumno, facilitando una comprensión personalizada. Estos ejemplos evidencian que la meta común es la personalización del aprendizaje.

**Pregunta 26: La lectura del texto permite identificar que, si se amplía el uso de la analítica de aprendizaje basada en IA en los colegios bolivianos, ¿qué es probable que ocurra?**

**Sustento**

El proyecto Alerta Escolar en Tarija, donde la analítica de aprendizaje identificó a estudiantes en riesgo y, tras recibir intervenciones personalizadas, el 67 % continuó sus estudios. Esa evidencia sugiere que, al replicar el mismo proceso a mayor escala, es razonable predecir una disminución de la tasa de deserción escolar en los colegios que adopten dicha tecnología.

**Pregunta 27: De acuerdo con el texto, ¿qué conclusión puede extraerse sobre el papel de la pandemia de COVID 19 en la incorporación de la inteligencia artificial en la educación boliviana?**

**Sustento**

La conclusión correcta se basa en dos pasajes del artículo: la Introducción indica que “la pandemia de COVID 19 aceleró la digitalización de la educación en América Latina; según el informe de la UNESCO (2022), el 78 % de los países de la región utilizó plataformas en línea para la continuidad pedagógica”, y la sección de desafíos señala que la infraestructura todavía es limitada, por lo que la adopción de IA depende de esa aceleración digital. Así, se infiere que la pandemia fungió como catalizador que permitió a Bolivia integrar la IA siguiendo la tendencia regional.

**Pregunta 28: Según el artículo, ¿qué es probable que ocurra si el gobierno de Bolivia implementa programas de capacitación docente en alfabetización digital avanzada y, al mismo tiempo, amplía la conectividad de banda ancha en áreas rurales?**

**Sustento**

La principal limitación para una adopción uniforme de IA es la desigualdad de conectividad (38 % de hogares rurales con banda ancha vs. 71 % urbanos) y la falta de capacitación docente (solo 22 % con alfabetización digital avanzada). En la sección de conclusiones se recomienda invertir en redes de banda ancha rurales y formar a los docentes; al combinar ambas medidas se espera reducir la brecha de acceso a tecnologías basadas en IA y, por ende, mejorar la equidad educativa.

**Pregunta 29: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál sería la consecuencia probable si un sistema de IA no ajusta la complejidad de los ejercicios al nivel de desarrollo próximo del estudiante?**

**Sustento**

El artículo explica que los sistemas de IA deben estimar la zona de desarrollo próximo y ajustar la complejidad de los ejercicios (párrafo ‘Fundamentos neurocientíficos del aprendizaje personalizado’). Cuando la tarea se alinea con esa zona, se maximiza la plasticidad sináptica sin saturar la carga cognitiva, favoreciendo la retención a largo plazo. Por lo tanto, si el sistema no realiza ese ajuste, la carga cognitiva aumentará, lo que según la teoría de Sweller (2019) disminuye el rendimiento y la transferencia de conocimientos.

**Pregunta 30: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué tipo de evidencia adicional sería necesaria para reforzar la afirmación de que la IA reducirá las brechas sociales en la educación boliviana?**

**Sustento**

El artículo indica que la IA puede ayudar a cerrar brechas, pero la evidencia presentada se limita a estudios piloto y datos puntuales (p. ej., mejora en matemática de una escuela, reducción de deserción en Tarija). Para validar que esas mejoras se traducen en una reducción de brechas sociales a nivel nacional, se requerirían estudios longitudinales que midan, a lo largo del tiempo, cómo cambian desempeño y deserción en poblaciones rurales y urbanas antes y después de la adopción de la IA



## Inteligencia artificial en la educación boliviana: oportunidades, retos y perspectivas científicas

### Resumen

El rápido avance de la inteligencia artificial (IA) está transformando la manera en que se concibe la enseñanza y el aprendizaje en todo el mundo. En Bolivia, la incorporación de herramientas basadas en IA —desde tutores virtuales hasta sistemas de analítica de aprendizaje— ofrece la posibilidad de mejorar la calidad educativa, reducir brechas de acceso y personalizar la instrucción. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías plantea desafíos técnicos, éticos y estructurales que deben abordarse con evidencia científica. El presente artículo revisa, de forma accesible para estudiantes de bachillerato, los fundamentos neurocientíficos que sustentan la personalización del aprendizaje, describe las principales aplicaciones de IA en entornos escolares bolivianos, y analiza los obstáculos de infraestructura, capacitación docente y privacidad de datos. Se incluyen datos estadísticos oficiales (INE, 2023) y estudios internacionales (UNESCO, 2022) para contextualizar la realidad local. Finalmente, se discuten líneas de investigación y políticas públicas que podrían orientar una integración responsable de la IA en la educación del país.

### Introducción

En los últimos diez años, la IA ha pasado de ser una disciplina de nicho a una herramienta omnipresente en la vida cotidiana. Algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) permiten que una computadora reconozca patrones en grandes volúmenes de datos y tome decisiones con mínima intervención humana. En el sector educativo, estas capacidades se traducen en sistemas capaces de diagnosticar dificultades de aprendizaje, recomendar contenidos y adaptar la velocidad de enseñanza a cada estudiante. La pandemia de COVID19 aceleró la digitalización de la educación en América Latina; según el informe de la UNESCO (2022), el 78 % de los países de la región utilizó plataformas en línea para la continuidad pedagógica, lo que generó una mayor exposición a soluciones basadas en IA.

Bolivia, con una población estudiantil de más de 2 millones de jóvenes en educación secundaria (INE, 2023), enfrenta retos históricos de desigualdad territorial, limitaciones de infraestructura y escasez de personal docente capacitado. En este contexto, la IA se presenta

como una oportunidad para ofrecer recursos educativos de calidad sin necesidad de presencia física constante, pero también como un reto al requerir conectividad, datos confiables y marcos regulatorios claros. El objetivo de este artículo es proporcionar una visión científica y práctica sobre cómo la IA puede transformar la educación boliviana, considerando tanto sus potenciales beneficios como los límites que la realidad local impone.

### Fundamentos neurocientíficos del aprendizaje personalizado

Los hallazgos de la neurociencia cognitiva indican que el cerebro humano aprende de forma más eficaz cuando la información se presenta de manera adaptada a sus propias rutas de procesamiento. Dos conceptos resultan clave: *plasticidad sináptica* y *carga cognitiva*. La plasticidad sináptica se refiere a la capacidad de las conexiones entre neuronas (sinapsis) de fortalecerse o debilitarse en respuesta a experiencias repetidas; este proceso es la base biológica del aprendizaje y la memoria (Kandel, 2020). Por otro lado, la teoría de la carga cognitiva sostiene que el rendimiento académico disminuye cuando la información supera la capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo del estudiante (Sweller, 2019).

Los sistemas de IA que emplean algoritmos de *recomendación* (similar a los que usan plataformas de streaming) pueden estimar la zona de desarrollo próximo de cada alumno—el rango en el que el estudiante está listo para aprender una nueva habilidad con apoyo apropiado—y ajustar la complejidad de los ejercicios en consecuencia. Cuando la tarea se alinea con la zona de desarrollo próximo, se maximiza la plasticidad sináptica sin saturar la carga cognitiva, lo que, según la investigación neuroeducativa, favorece la retención a largo plazo y la transferencia de conocimientos (Ansari & Coch, 2021). En otras palabras, la IA actúa como un “director de orquesta” que modula el ritmo y la intensidad de la señal educativa para que el cerebro la procesen de forma óptima.

### Aplicaciones de IA en entornos educativos bolivianos

Tutores virtuales y plataformas adaptativas

En Bolivia, el Ministerio de Educación ha

impulsado el programa *Bolivia Aprende Digital* (20222025), que incorpora plataformas de aprendizaje adaptativo como **Khan Academy** y **Microsoft Education**. Estas herramientas integran módulos de IA que analizan los resultados de los ejercicios y generan rutas de estudio personalizadas. Un estudio piloto realizado en la Universidad Católica Boliviana (UCB) con 1 200 estudiantes de segundo de bachillerato reveló que, al usar un tutor virtual basado en IA, el promedio de calificaciones en matemática aumentó de 6.8 a 8.1 en un semestre, mientras que la tasa de deserción en la asignatura cayó un 12 % (Gómez et al., 2023). Los datos sugieren que la personalización basada en IA puede compensar la escasez de docentes especializados en áreas críticas como matemática y ciencias.

#### **Analítica de aprendizaje y detección temprana de riesgos**

Otro uso emergente es la analítica de aprendizaje (learning analytics), que consiste en recolectar, medir y analizar datos de interacción de los estudiantes con plataformas digitales. Algoritmos de clasificación (por ejemplo, regresión logística) pueden predecir la probabilidad de que un estudiante repita el año o abandone la escuela, basándose en variables como tiempo de conexión, número de intentos fallidos y patrones de participación en foros. En el Departamento de Tarija, el proyecto *Alerta Escolar* de la Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF) implementó un modelo de predicción que identificó a 184 estudiantes con alto riesgo de deserción; de ellos, el 67 % recibió intervenciones pedagógicas personalizadas y continuó sus estudios al finalizar el ciclo (Paredes & Martínez, 2022). Estas cifras demuestran que la IA puede proporcionar información anticipada que permita a los docentes y administradores diseñar estrategias de apoyo antes de que el problema se materialice.

#### **Realidad aumentada y simulaciones basadas en IA**

En áreas como la biología y la química, la IA se combina con la realidad aumentada (RA) para crear laboratorios virtuales. Un ejemplo local es el proyecto *Química en 3D* desarrollado por la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) en colaboración con la empresa boliviana **Teknova**. Utilizando algoritmos de visión por computadora, los estudiantes pueden observar

la interacción de moléculas en tiempo real a través de sus dispositivos móviles, mientras la IA ajusta los parámetros de la simulación (temperatura, concentración) en función de las respuestas del alumno. Según la encuesta de satisfacción aplicada a 350 estudiantes de primero de bachillerato, el 84 % indicó que la experiencia mejoró su comprensión de conceptos como enlaces iónicos y covalentes, comparado con el 51 % que manifestó lo mismo con la enseñanza tradicional.

#### **Desafíos éticos, técnicos y estructurales en Bolivia**

##### **Infraestructura y conectividad**

A pesar de los avances, la brecha digital sigue siendo significativa. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023), solo el 38 % de los hogares rurales dispone de conexión a Internet de banda ancha, mientras que la cifra asciende al 71 % en áreas urbanas. Esta disparidad limita la implementación uniforme de plataformas basadas en IA y podría ampliar la desigualdad educativa si no se adopta una estrategia de mitigación, como la instalación de puntos de acceso comunitarios o la distribución de dispositivos con conexión satelital.

##### **Capacitación docente**

Los docentes deben desempeñar un papel activo en la supervisión y alimentación de los sistemas de IA; sin embargo, la mayoría de los profesores en Bolivia no ha recibido formación formal en tecnologías emergentes. Un informe del Programa de Fortalecimiento Docente (2022) indica que solo el 22 % de los docentes de secundaria ha participado en cursos de alfabetización digital avanzada. La falta de competencias técnicas puede generar una dependencia excesiva del algoritmo, sin la capacidad de interpretar los resultados ni de intervenir cuando la IA sugiere una ruta pedagógica inadecuada.

##### **Privacidad y sesgo algorítmico**

Los sistemas de IA requieren grandes volúmenes de datos personales (nombre, edad, historial académico). La legislación boliviana sobre protección de datos está en proceso de modernización; la Ley de Protección de Datos Personales (Proyecto 2024) aún no ha sido promulgada. La ausencia de un marco legal sólido aumenta el riesgo de que la información de

los estudiantes sea utilizada de forma indebida o que se cometan violaciones de privacidad. Además, los algoritmos pueden heredar sesgos presentes en los datos de entrenamiento; si los conjuntos de datos provienen mayormente de contextos urbanos, los modelos podrían subestimar las necesidades de los estudiantes rurales, reproduciendo inequidades ya existentes (Barocas, Hardt & Narayanan, 2019).

### Conclusiones

La inteligencia artificial ofrece un potencial transformador para la educación boliviana, al posibilitar la personalización del aprendizaje, la detección temprana de riesgos y la creación de entornos de simulación inmersivos. Los estudios piloto locales demuestran mejoras tangibles en desempeño académico y reducción de deserción cuando se aplican tutores virtuales y analítica de aprendizaje. Sin embargo, la efectividad de

estas soluciones depende críticamente de la infraestructura de conectividad, la capacitación de los docentes y la existencia de marcos regulatorios que garanticen la privacidad y la equidad.

Para aprovechar al máximo la IA, se recomienda: (1) invertir en redes de banda ancha en zonas rurales; (2) diseñar programas de formación continua para docentes centrados en alfabetización de datos y ética algorítmica; (3) desarrollar políticas de protección de datos que regulen la recopilación y uso de la información estudiantil; y (4) fomentar la investigación local que incluya a comunidades diversas en la construcción de bases de datos, reduciendo así los sesgos algorítmicos.

En síntesis, la integración responsable de la IA puede contribuir a cerrar brechas históricas y a elevar la calidad educativa en Bolivia, siempre y cuando se acompañe de esfuerzos coordinados entre gobierno, instituciones académicas y sector privado.

### Referencias bibliográficas

- Barocas, S., Hardt, M., & Narayanan, A. (2019). *Fairness and machine learning*. MIT Press.
- Gómez, L., Rojas, M., & Fernández, P. (2023). Impacto de un tutor virtual basado en inteligencia artificial en el rendimiento de matemática de estudiantes de bachillerato en Bolivia. *Revista Boliviana de Educación*, 45(2), 112129.
- Kandel, E. R. (2020). *Principles of neural science* (6ª ed.). McGrawHill.
- Paredes, J., & Martínez, S. (2022). Modelo predictivo de deserción escolar en el Departamento de Tarija: una aplicación de analítica de aprendizaje. *Educación y Tecnología*, 38(1), 7794.
- UNESCO. (2022). *Educación digital postpandemia en América Latina y el Caribe*. París: UNESCO.
- Sweller, J. (2019). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 60, 161172.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2023). *Encuesta de Hogares 2023: Acceso a Tecnologías de la Información y Comunicación*. La Paz: INE.

**Pregunta 1: Según el artículo, ¿qué actor es mencionado primero como iniciador de la implementación de herramientas de IA en la educación boliviana?**

### Sustento

El artículo introduce primero al Ministerio de Educación como responsable del programa 'Bolivia Aprende Digital' (2022-2025), que incorpora plataformas de IA como Khan Academy y Microsoft Education. Los proyectos de la Universidad Católica Boliviana, la Universidad Autónoma Tomás Frías y la Universidad Mayor de San Andrés se describen posteriormente, por lo que no son los primeros actores mencionados.

**Pregunta 2: De acuerdo con el texto, ¿qué organismo proporciona la cifra del 38 % de hogares rurales bolivianos con conexión a Internet de banda ancha?**

**Sustento**

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023), solo el 38 % de los hogares rurales dispone de conexión a Internet de banda ancha. Las demás opciones son incorrectas: el Ministerio de Educación impulsa programas educativos, la UNESCO reporta datos a nivel regional y la UMSA participa en proyectos de realidad aumentada, pero ninguna de ellas es la fuente de la estadística mencionada.

**Pregunta 3: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es la segunda consecuencia social que se menciona respecto a la adopción de la IA en la educación boliviana?**

**Sustento**

La falta de competencias técnicas puede generar una dependencia excesiva del algoritmo, sin la capacidad de interpretar los resultados ni de intervenir cuando la IA sugiere una ruta pedagógica inadecuada'. Este es el segundo efecto social mencionado después de la 'ampliación de la desigualdad educativa' (primera consecuencia).

**Pregunta 4: El artículo señala que los conceptos neurocientíficos clave para la personalización del aprendizaje son:**

**Sustento**

Dos conceptos resultan clave: plasticidad sináptica y carga cognitiva. Las demás opciones combinan términos que aparecen en el texto, pero nunca se presentan juntos como los dos conceptos clave; por ejemplo, "neuroplasticidad" y "memoria de trabajo" son conceptos relacionados, pero no citados como los dos esenciales, y "aprendizaje automático" y "inteligencia emocional" pertenecen a dominios diferentes al de los fundamentos neurocientíficos descritos.

**Pregunta 5: De acuerdo con el texto, ¿cuáles son los principales desafíos que se identifican para la integración de la IA en la educación boliviana?**

**Sustento**

En la sección 'Desafíos éticos, técnicos y estructurales en Bolivia' el artículo enumera tres problemas principales: (1) Infraestructura y conectividad, (2) Capacitación docente y (3) Privacidad y sesgo algorítmico. Las demás opciones mezclan conceptos que aparecen en el texto (por ejemplo, privacidad y sesgo) con elementos que no se mencionan como desafíos específicos (como 'falta de inversión' o 'alta tasa de deserción'), por lo que son distractores incorrectos.

**Pregunta 6: Según el artículo, ¿qué porcentaje de hogares rurales en Bolivia dispone de conexión a Internet de banda ancha?**

**Sustento**

El texto indica que "solo el 38 % de los hogares rurales dispone de conexión a Internet de banda ancha". Las opciones 1, 2 y 3 corresponden a datos diferentes del artículo: 71 % es el porcentaje de hogares urbanos con banda ancha, 22 % es la proporción de docentes que ha recibido capacitación digital avanzada, y 84 % es el porcentaje de estudiantes que reportó mejor comprensión tras usar realidad aumentada. Ninguno de esos valores se refiere a la conectividad de hogares rurales.

**Pregunta 7: El artículo señala que solo el 38 % de los hogares rurales tiene conexión de banda ancha, mientras que el 71 % de los urbanos sí la posee. ¿Qué consecuencia se puede deducir si esta diferencia de conectividad no se corrige al introducir herramientas de IA en la educación?**

#### **Sustento**

El texto indica que la brecha digital es significativa (38 % de hogares rurales con banda ancha versus 71 % en urbanos) y que esta disparidad limita la implementación uniforme de plataformas de IA, pudiendo ampliar la desigualdad educativa si no se adopta una estrategia de mitigación. Por lo tanto, la consecuencia lógica es que la desigualdad entre áreas rurales y urbanas se incrementará. Las otras opciones interpretan erróneamente el efecto: la reducción de deserción, el aumento de capacitación docente o la disminución de necesidad de infraestructura no están sustentadas por la información dada y, al contrario, requieren mejoras en conectividad.

**Pregunta 8: Según el artículo, ¿cuál es la principal fortaleza del enfoque de tutores virtuales basados en IA en la educación secundaria boliviana?**

#### **Sustento**

El estudio piloto de la Universidad Católica Boliviana, el uso de un tutor virtual basado en IA elevó el promedio de calificaciones en matemática de 6.8 a 8.1 y redujo la tasa de deserción en la asignatura en un 12 %. Estos resultados demuestran una mejora académica clara y una disminución de la deserción, que son la fortaleza principal del enfoque.

**Pregunta 9: Considerando lo mencionado en el texto, ¿qué tan válido es el argumento de que la inteligencia artificial reducirá automáticamente las brechas sociales en la educación boliviana?**

#### **Sustento**

El artículo destaca tanto las oportunidades de la IA para mejorar la calidad educativa y reducir desigualdades (p. ej., tutores virtuales que compensan la escasez de docentes) como los grandes desafíos estructurales: solo el 38 % de los hogares rurales tiene banda ancha y solo el 22 % de los docentes ha recibido capacitación en tecnologías emergentes. Estas limitaciones hacen que la reducción de brechas dependa de mejoras en conectividad y formación docente, por lo que el argumento de una reducción automática es solo parcialmente válido.

**Pregunta 10: Del análisis presentado se desprende que, respecto a los resultados del estudio piloto con tutor virtual basado en IA, la evidencia es:**

#### **Sustento**

El artículo indica que el estudio piloto se realizó con 1 200 estudiantes de segundo de bachillerato de la Universidad Católica Boliviana, mostrando un aumento de calificaciones de 6.8 a 8.1 y una reducción de deserción del 12 %. Sin embargo, el texto aclara que estos resultados son locales y que la efectividad de la IA depende de factores como infraestructura y capacitación docente. Por lo tanto, la evidencia es válida como indicio preliminar, pero no suficiente para afirmar mejoras a nivel nacional sin investigaciones adicionales en contextos rurales y con mayor número de participantes. Las demás opciones sobreestiman la generalización, confunden la muestra con la población total o atribuyen la mejora exclusivamente a la IA sin considerar otras variables, por lo que no reflejan la interpretación crítica que el artículo sugiere.

**Pregunta 11: De acuerdo con el texto, ¿cuál de los siguientes aspectos representa una posible limitación que podría sesgar los resultados del estudio piloto sobre tutores virtuales?**

**Sustento**

El estudio piloto se realizó en la Universidad Católica Boliviana con 1 200 estudiantes de segundo de bachillerato, sin especificar si incluía a escuelas rurales o de diferentes regiones; por tanto, la muestra es limitada y no representa a todo el sistema educativo boliviano, lo que constituye una posible fuente de sesgo.

**Pregunta 12: De acuerdo con el texto, ¿cuál es la principal implicación económica de adoptar inteligencia artificial en la educación boliviana?**

**Sustento**

La efectividad de la IA depende de “invertir en redes de banda ancha en zonas rurales” y “diseñar programas de formación continua para docentes” (sección de conclusiones y desafíos). Estas inversiones son presentadas como la principal implicación económica.

**Pregunta 13: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuál de los siguientes sesgos potenciales no se discute explícitamente en el artículo?**

**Sustento**

El artículo menciona explícitamente sesgos derivados de datos urbanos, la brecha de conectividad y la falta de capacitación docente, pero no aborda en ningún pasaje un sesgo de género. En la sección ‘Desafíos éticos, técnicos y estructurales’ se habla de sesgo algorítmico ligado a datos mayormente urbanos y de cómo la falta de infraestructura y de formación docente pueden afectar la equidad, sin mencionar la posible discriminación por género. Las demás opciones describen sesgos que sí son mencionados en el texto.

**Pregunta 14: El artículo señala que la IA puede modular la carga cognitiva y la plasticidad sináptica para optimizar el aprendizaje. Según una valoración crítica simple, ¿cuál de los siguientes enunciados representa la mayor fortaleza de este enfoque científico?**

**Sustento**

Los sistemas de IA se basan en los conceptos de plasticidad sináptica y carga cognitiva, permitiendo ajustar la complejidad de los ejercicios a la zona de desarrollo próximo del estudiante; esto, según la investigación neuro-educativa citada, maximiza la plasticidad sináptica sin saturar la carga cognitiva y, por ende, favorece la retención a largo plazo (sección ‘Fundamentos neurocientíficos del aprendizaje personalizado’). Las opciones 1, 2 y 3 distorsionan la información: la IA requiere conectividad para operar con plataformas adaptativas, no elimina la necesidad de infraestructura; la privacidad no está garantizada, ya que el artículo menciona riesgos y la falta de legislación; y la IA no elimina la carga cognitiva del estudiante, sino que la gestiona para evitar la sobrecarga, no la anula por completo.

**Pregunta 15: Según el artículo, ¿cuál de los siguientes actores es el más determinante para garantizar una integración responsable de la IA en la educación boliviana?**

**Sustento**

El Ministerio de Educación lidera el programa ‘Bolivia Aprende Digital’ (2022 2025), propone inversiones en conectividad, diseña programas de capacitación docente y coordina políticas públicas para la protección de datos. Estos roles son descritos como esenciales para una integración responsable, mientras que las empresas, los estudiantes y las organizaciones internacionales juegan papeles complementarios, pero no determinantes.

**Pregunta 16: La lectura del texto permite identificar que, para que la IA contribuya de forma efectiva a la educación en Bolivia, es necesario que las soluciones propuestas se orienten principalmente a:**

**Sustento**

El artículo concluye que la integración responsable de la IA requiere (1) invertir en redes de banda ancha en zonas rurales, (2) diseñar programas de formación continua para docentes y (3) crear políticas de protección de datos que regulen la recopilación y uso de información estudiantil. Estas tres líneas de acción aparecen en la sección de conclusiones y resumen los obstáculos estructurales, de capacitación y éticos que deben abordarse conjuntamente.

**Pregunta 17: De acuerdo con el texto, ¿qué consecuencia se puede deducir si se invierte en redes de banda ancha en zonas rurales?**

**Sustento**

La falta de conectividad en hogares rurales (solo 38 % con banda ancha) limita la implementación de plataformas de IA y que invertir en redes de banda ancha es una de las recomendaciones para cerrar la brecha digital y lograr una integración responsable de la IA.

**Pregunta 18: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es el propósito económico principal de mejorar la conectividad de banda ancha en zonas rurales de Bolivia?**

**Sustento**

La disparidad de conectividad (38 % en áreas rurales vs. 71 % en urbanas) “limita la implementación uniforme de plataformas basadas en IA y podría ampliar la desigualdad educativa” y recomienda invertir en redes de banda ancha para “evitar ampliar la desigualdad educativa”. Al reducir esa brecha, se fortalece el capital humano y se crea una base para el desarrollo económico a largo plazo.

**Pregunta 19: De acuerdo con el texto, ¿qué efecto probable tendría la falta de capacitación docente en inteligencia artificial sobre el uso de los sistemas de IA en las aulas?**

**Sustento**

El artículo indica que, al no recibir formación adecuada, “la mayoría de los profesores... no ha recibido formación formal... La falta de competencias técnicas puede generar una dependencia excesiva del algoritmo, sin la capacidad de interpretar los resultados ni de intervenir cuando la IA sugiere una ruta pedagógica inadecuada”. Esa relación causa efecto se infiere del texto.

**Pregunta 20: De acuerdo con el texto, ¿cuál es el mensaje principal implícito que el autor comunica respecto a los datos estadísticos proporcionados?**

**Sustento**

El autor destaca, mediante los datos del INE (2023), que solo el 38 % de los hogares rurales dispone de conexión de banda ancha frente al 71 % en áreas urbanas, y señala que esta desigualdad de conectividad limita la implementación uniforme de plataformas basadas en IA y podría ampliar la brecha educativa. Además, en la sección de desafíos se menciona que invertir en infraestructura de internet es esencial para que la IA beneficie a todos los estudiantes.

**Pregunta 21: De acuerdo con el texto, ¿qué conclusión lógica se puede extraer sobre los procesos técnicos de IA que personalizan el aprendizaje?**

**Sustento**

Los algoritmos de recomendación de IA pueden estimar la zona de desarrollo próximo del alumno y adaptar la complejidad de los ejercicios, logrando que la tarea maximice la plasticidad sináptica sin saturar la carga cognitiva (sección 'Fundamentos neurocientíficos del aprendizaje personalizado').

**Pregunta 22: Según el artículo, ¿qué se puede concluir acerca del impacto de la personalización basada en IA en el desempeño académico de los estudiantes bolivianos?**

**Sustento**

El estudio piloto de la Universidad Católica Boliviana (Gómez et al., 2023) con 1 200 estudiantes de segundo de bachillerato, el promedio de calificaciones en matemática pasó de 6.8 a 8.1 y la tasa de deserción disminuyó en un 12 % al usar un tutor virtual basado en IA. Estos datos combinan mejoras en rendimiento y reducción de deserción, lo que permite inferir que la personalización mediante IA tiene un impacto positivo.

**Pregunta 23: La lectura del texto permite identificar que la principal diferencia entre los tutores virtuales y la analítica de aprendizaje es que:**

**Sustento**

Los tutores virtuales, como el piloto de la UCB, mejoraron el promedio de calificaciones y disminuyeron la deserción mediante rutas de estudio personalizadas (sección 'Tutores virtuales y plataformas adaptativas'). En contraste, la analítica de aprendizaje se describe como un método para recolectar y analizar datos de interacción que permite predecir la probabilidad de deserción y aplicar intervenciones tempranas (sección 'Analítica de aprendizaje y detección temprana de riesgos'). Por lo tanto, la diferencia radica en la personalización académica frente a la predicción y prevención de la deserción.

**Pregunta 24: La lectura del texto permite identificar que la perspectiva futura del autor para la integración responsable de la IA en la educación boliviana es que:**

**Sustento**

En la sección de Conclusiones y recomendaciones el autor indica que la efectividad de la IA requiere (1) invertir en redes de banda ancha en zonas rurales, (2) diseñar programas de formación continua para docentes y (3) desarrollar políticas de protección de datos, señalando que la combinación de estos elementos es esencial para lograr un impacto positivo.

**Pregunta 25: Del análisis presentado, se desprende que todas las metodologías basadas en IA descritas comparten como objetivo principal...**

**Sustento**

A lo largo del artículo, cada metodología de IA se presenta como medio para adaptar la instrucción al estudiante: el tutor virtual de la UCB mejoró las calificaciones al ofrecer rutas de estudio personalizadas; la analítica de aprendizaje del proyecto Alerta Escolar detectó riesgos temprano para proporcionar apoyos individualizados; y la realidad aumentada del proyecto Química en 3D ajustó la simulación según las respuestas del alumno, facilitando una comprensión personalizada. Estos ejemplos evidencian que la meta común es la personalización del aprendizaje.

**Pregunta 26: La lectura del texto permite identificar que, si se amplía el uso de la analítica de aprendizaje basada en IA en los colegios bolivianos, ¿qué es probable que ocurra?**

**Sustento**

El proyecto Alerta Escolar en Tarija, donde la analítica de aprendizaje identificó a estudiantes en riesgo y, tras recibir intervenciones personalizadas, el 67 % continuó sus estudios. Esa evidencia sugiere que, al replicar el mismo proceso a mayor escala, es razonable predecir una disminución de la tasa de deserción escolar en los colegios que adopten dicha tecnología.

**Pregunta 27: De acuerdo con el texto, ¿qué conclusión puede extraerse sobre el papel de la pandemia de COVID 19 en la incorporación de la inteligencia artificial en la educación boliviana?**

**Sustento**

La conclusión correcta se basa en dos pasajes del artículo: la Introducción indica que “la pandemia de COVID 19 aceleró la digitalización de la educación en América Latina; según el informe de la UNESCO (2022), el 78 % de los países de la región utilizó plataformas en línea para la continuidad pedagógica”, y la sección de desafíos señala que la infraestructura todavía es limitada, por lo que la adopción de IA depende de esa aceleración digital. Así, se infiere que la pandemia fungió como catalizador que permitió a Bolivia integrar la IA siguiendo la tendencia regional.

**Pregunta 28: Según el artículo, ¿qué es probable que ocurra si el gobierno de Bolivia implementa programas de capacitación docente en alfabetización digital avanzada y, al mismo tiempo, amplía la conectividad de banda ancha en áreas rurales?**

**Sustento**

La principal limitación para una adopción uniforme de IA es la desigualdad de conectividad (38 % de hogares rurales con banda ancha vs. 71 % urbanos) y la falta de capacitación docente (solo 22 % con alfabetización digital avanzada). En la sección de conclusiones se recomienda invertir en redes de banda ancha rurales y formar a los docentes; al combinar ambas medidas se espera reducir la brecha de acceso a tecnologías basadas en IA y, por ende, mejorar la equidad educativa.

**Pregunta 29: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál sería la consecuencia probable si un sistema de IA no ajusta la complejidad de los ejercicios al nivel de desarrollo próximo del estudiante?**

**Sustento**

El artículo explica que los sistemas de IA deben estimar la zona de desarrollo próximo y ajustar la complejidad de los ejercicios (párrafo ‘Fundamentos neurocientíficos del aprendizaje personalizado’). Cuando la tarea se alinea con esa zona, se maximiza la plasticidad sináptica sin saturar la carga cognitiva, favoreciendo la retención a largo plazo. Por lo tanto, si el sistema no realiza ese ajuste, la carga cognitiva aumentará, lo que según la teoría de Sweller (2019) disminuye el rendimiento y la transferencia de conocimientos.

**Pregunta 30: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué tipo de evidencia adicional sería necesaria para reforzar la afirmación de que la IA reducirá las brechas sociales en la educación boliviana?**

**Sustento**

El artículo indica que la IA puede ayudar a cerrar brechas, pero la evidencia presentada se limita a estudios piloto y datos puntuales (p. ej., mejora en matemática de una escuela, reducción de deserción en Tarija). Para validar que esas mejoras se traducen en una reducción de brechas sociales a nivel nacional, se requerirían estudios longitudinales que midan, a lo largo del tiempo, cómo cambian desempeño y deserción en poblaciones rurales y urbanas antes y después de la adopción de la IA.



## Salud y sostenibilidad: Impacto del cambio climático en las enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia

### Resumen

El presente artículo analiza la relación entre el cambio climático y la aparición de enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia, un país con una gran diversidad ecológica y poblacional. Se describen los principales cambios climáticos observados en los últimos veinte años, como el aumento de la temperatura media y la variabilidad de las precipitaciones, y cómo estos fenómenos modifican la distribución y el ciclo de vida de mosquitos, garrapatas y triatominos. Con base en datos del Ministerio de Salud y de la Organización Mundial de la Salud, se evidencian incrementos significativos en la incidencia de dengue, malaria y la enfermedad de Chagas, particularmente en las regiones de los valles y la Amazonía boliviana. El artículo propone estrategias de mitigación y adaptación sostenibles, integrando la gestión de recursos hídricos, la planificación urbana y la participación comunitaria, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad a largo plazo. Se discuten los retos para la implementación de políticas públicas basadas en evidencia, y se subraya la necesidad de un enfoque interdisciplinario que articule salud, medio ambiente y desarrollo socioeconómico.

### Introducción

Bolivia, situada en el corazón de Sudamérica, posee una variedad de ecosistemas que van desde los Andes hasta la cuenca amazónica. Esta heterogeneidad climática ha permitido la coexistencia de numerosas especies de vectores —organismos que transmiten patógenos a los humanos— como el mosquito *Aedes aegypti*, el *Anopheles* (vector de la malaria) y el triatomo *Triatoma infestans* (transmisor de *Trypanosoma cruzi*, agente de la enfermedad de Chagas). En los últimos años, la evidencia científica indica que el cambio climático está alterando los patrones de distribución de estos vectores, incrementando la exposición de la población a enfermedades infecciosas (IPCC, 2022).

El vínculo entre clima y salud no es nuevo; sin embargo, la velocidad con la que se registran cambios climáticos obliga a replantear las estrategias de salud pública. En Bolivia, la combinación de condiciones socioeconómicas vulnerables, urbanizaciones rápidas y falta

de infraestructura sanitaria favorece la propagación de enfermedades transmitidas por vectores. Este artículo evalúa, a partir de datos oficiales y estudios recientes, cómo el calentamiento global y la variabilidad de las precipitaciones están remodelando los riesgos sanitarios, y propone medidas sostenibles de mitigación y adaptación que pueden asegurar la salud de la población a largo plazo.

### Cambio climático y manifestaciones locales

#### Incremento de la temperatura media

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la temperatura media anual en Bolivia ha aumentado aproximadamente 0,6 °C entre 2000 y 2022, con mayor intensificación en la zona interandina y los valles tropicales (SENAMHI, 2023). Este aumento favorece la reproducción acelerada de mosquitos, ya que la tasa de desarrollo biológico de *Aedes aegypti* se duplica cuando la temperatura pasa de 20 °C a 28 °C. Asimismo, el periodo de transmisión del *Anopheles* se extiende, permitiendo que la malaria persista más allá de la temporada lluviosa tradicional.

#### Variabilidad y extremos de precipitación

Los patrones de precipitación también han cambiado: se observa una mayor frecuencia de eventos de lluvias intensas y periodos prolongados de sequía. En la cuenca del río Beni, por ejemplo, las lluvias extremas de 2018 y 2020 provocaron inundaciones que generaron criaderos temporales de mosquitos en áreas urbanas sin saneamiento, aumentando la incidencia de dengue en un 45 % respecto a años anteriores (Ministerio de Salud, 2022).

#### Elevación del nivel del mar y pérdida de hábitats

Aunque Bolivia es un país sin salida al mar, la elevación de los niveles de los lagos andinos, como el Titicaca, ha modificado los márgenes costeros, creando nuevos hábitats de mosquitos y aumentando la exposición de comunidades ribeñas. La expansión de humedales temporales también favorece la proliferación de garrapatas que transmiten la fiebre maculosa.

## Vectores y enfermedades emergentes en Bolivia

### Dengue y *Aedes aegypti*

El dengue ha pasado de ser una enfermedad ocasional en el low-land tropical a un problema endémico en ciudades como Santa Cruz, El Alto y Cochabamba. En 2023, el Ministerio de Salud reportó 62 000 casos confirmados, una cifra que supera el promedio de la década anterior (Ministerio de Salud, 2023). La expansión geográfica de *Aedes aegypti* se ha vinculado a la urbanización desordenada, donde la falta de servicios de agua potable obliga a almacenar agua en recipientes descubiertos, que actúan como criaderos perfectos.

### Malaria y *Anopheles* spp.

La malaria, históricamente concentrada en la Amazonía y en la zona del Beni, ha mostrado una tendencia ascendente en áreas previamente libres de la enfermedad, como la región del Chapare. Los datos del Programa Nacional de Control de la Malaria indican que entre 2015 y 2022 se registró un aumento del 28 % en casos autóctonos, correlacionado con temperaturas más altas y mayor humedad (PNCM, 2023). El *Anopheles darlingi*, el principal vector, se reproduce en aguas estancadas que proliferan después de lluvias intensas.

### Enfermedad de Chagas y triatomos

La enfermedad de Chagas, causada por *Trypanosoma cruzi*, se transmite principalmente por triatomos que habitan viviendas de construcción precaria. Estudios recientes demuestran que la expansión de la frontera agrícola hacia zonas de bosque altiplánico ha desplazado a los triatomos, incrementando el contacto con humanos en comunidades rurales de Potosí y La Paz (García et al., 2021). La combinación de temperaturas más cálidas y mayor disponibilidad de refugios en construcciones de adobe favorece su supervivencia.

## Estrategias sostenibles de mitigación y adaptación

### Gestión integral del agua y saneamiento

Una de las intervenciones más efectivas para reducir la proliferación de mosquitos es garantizar el acceso universal a agua potable

y sistemas de drenaje. La instalación de sistemas de captación de agua de lluvia con cubiertas selladas y la promoción de tanques de almacenamiento con tapas reducen los criaderos. Programas liderados por el Gobierno de Bolivia, en colaboración con la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ, 2021), ya están implementando sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en humedales construidos, lo que además contribuye a la captura de carbono y la mejora de la biodiversidad local.

### Planeación urbana resiliente

Las ciudades deben adoptar normas de planificación que incluyan espacios verdes gestionados de forma sostenible, evitando zonas de acumulación de agua estancada. La incorporación de techos verdes y superficies permeables disminuye la escorrentía y ralentiza la formación de criaderos. En Santa Cruz, la iniciativa "Ciudades Verdes" ha demostrado una reducción del 30 % en la densidad de larvas de *Aedes* en barrios piloto, al mismo tiempo que mejora la calidad del aire y reduce la huella de carbono urbana.

### Educación comunitaria y participación ciudadana

La educación es esencial para que la población adopte prácticas de prevención. Campañas de sensibilización que utilicen medios locales, como radio comunitaria y redes sociales en quechua y aymara, han mostrado una mayor adherencia a medidas de eliminación de criaderos. La participación activa de líderes comunitarios y organizaciones no gubernamentales (ONG) crea redes de vigilancia que reportan focos de transmisión en tiempo real, facilitando la respuesta rápida de los servicios de salud.

### Monitoreo ecológico y modelado predictivo

El uso de herramientas de modelado climático y ecológico permite anticipar la expansión de vectores. Modelos basados en datos de temperatura, humedad y uso del suelo, alimentados por satélites de la NASA, pueden predecir áreas de alto riesgo con varios meses de antelación (Kraemer et al., 2022). La integración de estos modelos en los sistemas de información de salud del Ministerio facilita la asignación de recursos y la planificación de campañas de control vectorial.

### Políticas de reducción de emisiones y adaptación

A largo plazo, la mitigación del cambio climático requiere la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Bolivia, como parte del Acuerdo de París, ha establecido metas de energía renovable, particularmente en la generación de energía hidroeléctrica y solar en regiones rurales. La transición a fuentes limpias no solo disminuye la temperatura global, sino que también mejora la seguridad energética, permitiendo la operación continua de sistemas de refrigeración para vacunas y pruebas diagnósticas.

### Conclusiones

El vínculo entre el cambio climático y la salud pública en Bolivia se manifiesta de manera clara en el aumento de enfermedades transmitidas

por vectores. El incremento de la temperatura media, la variabilidad de las precipitaciones y la transformación de los ecosistemas crean condiciones favorables para la proliferación de mosquitos, garrapatas y triatominos. Sin embargo, la evidencia también muestra que es posible enfrentar estos retos mediante estrategias sostenibles que integren la gestión del agua, la planificación urbana resiliente, la educación comunitaria y el uso de tecnologías de monitoreo ecológico. La implementación de políticas de mitigación de emisiones y el fomento de energías renovables son componentes esenciales para garantizar la salud a largo plazo. Un enfoque interdisciplinario que combine salud, medio ambiente y desarrollo socioeconómico será fundamental para proteger a las futuras generaciones bolivianas de los impactos sanitarios del cambio climático.

### Referencias bibliográficas

- García, M., Vargas, L., & Pérez, S. (2021). *Desplazamiento de triatominos en áreas agrícolas de la región andina de Bolivia*. Revista Boliviana de Salud Pública, 45(2), 115129. <https://doi.org/10.1234/rbsp.2021.045>
- GIZ. (2021). *Proyectos de tratamiento de aguas residuales mediante humedales construidos en Bolivia*. Informe técnico. Agencia Alemana de Cooperación Internacional.
- IPCC. (2022). *Informe de Evaluación del Cambio Climático 2022 – Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kraemer, M. U. G., et al. (2022). *Mapping global vector suitability for Aedes aegypti and Aedes albopictus under climate change scenarios*. Nature Communications, 13, 5425. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33225-4>
- Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia. (2022). *Boletín epidemiológico: dengue y malaria 2021/2022*. La Paz: Ministerio de Salud.
- Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia. (2023). *Reporte anual de casos de dengue 2023*. La Paz: Ministerio de Salud.
- Programa Nacional de Control de la Malaria (PNCM). (2023). *Situación de la malaria en Bolivia 2022*. Cochabamba: PNCM.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2023). *Análisis de tendencias climáticas en Bolivia 2000/2022*. La Paz: SENAMHI.
- World Health Organization (WHO). (2023). *Dengue and severe dengue*. Factsheet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>

**Pregunta 1: La lectura del texto permite identificar que el artículo define el concepto de “vector” como:**

**Sustento**

La definición correcta se encuentra en la Introducción del artículo, donde se indica: “vectores —organismos que transmiten patógenos a los humanos—”.

**Pregunta 2: Según el artículo, ¿cuáles son los problemas climáticos identificados que favorecen el aumento de enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia?**

**Sustento**

En la sección ‘Cambio climático y manifestaciones locales’ del artículo se enumeran tres problemas climáticos que inciden directamente en la proliferación de vectores: (i) el aumento de la temperatura media anual (0,6 °C entre 2000 y 2022); (ii) la variabilidad y los extremos de precipitación, con lluvias intensas e inundaciones que generan criaderos temporales; y (iii) la elevación del nivel de los lagos andinos, como el Titicaca, que crea nuevos hábitats de mosquitos. Estas tres condiciones aparecen textualmente y están vinculadas al incremento de enfermedades.

**Pregunta 3: La lectura del texto permite identificar que la medida adoptada en la ciudad de Santa Cruz, bajo la iniciativa “Ciudades Verdes”, generó una disminución del 30 % en la densidad de larvas de Aedes en los barrios piloto. ¿Cuál de las siguientes describe exactamente esa medida?**

**Sustento**

En el apartado ‘Planeación urbana resiliente’ se indica que la iniciativa “Ciudades Verdes” en Santa Cruz, que incorpora techos verdes y superficies permeables, redujo en un 30 % la densidad de larvas de Aedes en barrios piloto.

**Pregunta 4: De acuerdo al artículo, ¿qué enfermedades transmitidas por vectores han aumentado en Bolivia según los datos presentados?**

**Sustento**

El artículo reporta incrementos claros en la incidencia de tres enfermedades transmitidas por vectores: dengue (62 000 casos confirmados en 2023, aumento respecto a la década anterior), malaria (aumento del 28 % de casos autóctonos entre 2015 y 2022) y enfermedad de Chagas (expansión de triatomíneos y mayor contacto humano en regiones rurales). Estas tres se describen específicamente en la sección ‘Vectores y enfermedades emergentes en Bolivia’.

**Pregunta 5: La lectura del texto permite identificar que las implicaciones económicas que se mencionan al implementar las estrategias sostenibles de mitigación y adaptación son:**

**Sustento**

La mitigación y adaptación sostenible conlleva beneficios económicos: (1) la reducción de la incidencia de dengue, malaria y Chagas implica menores gastos en atención sanitaria; (2) la transición a fuentes de energía limpias mejora la seguridad energética y permite la operación continua de refrigeración para vacunas, como se indica en la sección de políticas de reducción de emisiones; (3) los sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en humedales construidos capturan carbono y favorecen la biodiversidad, lo que genera ahorro en servicios ecosistémicos; y (4) la iniciativa “Ciudades Verdes” reduce la huella de carbono urbana y mejora la calidad del aire, lo que se traduce en menores costos asociados a la contaminación.

**Pregunta 6: Considerando lo mencionado en el texto, ¿qué conclusión se puede extraer sobre el papel de los distintos actores (gobierno, organizaciones internacionales y comunidad local) en la mitigación de las enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia?**

#### **Sustento**

La gestión del agua y saneamiento se lleva a cabo mediante programas del Gobierno en colaboración con la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), que la educación y la participación comunitaria a través de radio y líderes locales mejoran la eliminación de criaderos, y que la planificación urbana resiliente – una política pública – complementa estas acciones. Esta interdependencia de gobierno, organismos internacionales y comunidad local se describe como esencial para reducir la vulnerabilidad a largo plazo.

**Pregunta 7: Basándose en la información proporcionada, ¿qué es probable que ocurra en los próximos cinco años en las ciudades de los valles de Bolivia si no se implementan medidas de gestión integral del agua?**

#### **Sustento**

El aumento de la temperatura y la variabilidad de precipitaciones favorecen la reproducción acelerada de *Aedes aegypti* y que la falta de gestión del agua crea recipientes descubiertos que funcionan como criaderos perfectos, especialmente en ciudades de los valles como Santa Cruz, El Alto y Cochabamba. Además, se señala que la expansión urbana desordenada y el almacenamiento de agua sin tapa impulsan la endemividad del dengue. Por el contrario, la malaria, aunque también se ve favorecida por temperaturas más altas, sigue concentrándose en zonas amazónicas y su expansión urbana es menos pronunciada; la enfermedad de Chagas está vinculada a triatominos rurales, no a la gestión del agua urbana. Por lo tanto, sin medidas de gestión integral del agua, es más probable que el dengue experimente un aumento notable y sobresalga frente a la malaria en los valles.

**Pregunta 8: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál de los siguientes efectos es más probable que se produzca si se amplía la iniciativa “Ciudades Verdes” a otras áreas urbanas de Bolivia?**

#### **Sustento**

El artículo indica que la iniciativa “Ciudades Verdes” en Santa Cruz logró una reducción del 30 % en la densidad de larvas de *Aedes* al disminuir la acumulación de agua estancada mediante techos verdes y superficies permeables. Implícitamente, al bajar la densidad larvaria se espera una menor transmisión del dengue, aunque el texto no lo menciona explícitamente.

**Pregunta 9: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué consecuencia se puede deducir del aumento de la temperatura media y de la mayor variabilidad de precipitaciones sobre la malaria en Bolivia?**

#### **Sustento**

El incremento de la temperatura media (0,6 °C entre 2000 y 2022) extiende el periodo de transmisión del *Anopheles* y que la malaria ha aumentado un 28 % entre 2015 y 2022, registrándose también en zonas previamente libres como el Chapare. Esta combinación de factores climáticos sugiere que áreas de bajo riesgo verán más casos de malaria.

**Pregunta 10: El artículo señala que el uso de herramientas de modelado climático y ecológico permite anticipar la expansión de vectores; ¿qué efecto es probable que ocurra si se amplía su aplicación a nivel nacional?**

**Sustento**

La sección 'Monitoreo ecológico y modelado predictivo' indica que los modelos basados en temperatura, humedad y uso del suelo pueden predecir áreas de alto riesgo con varios meses de antelación, facilitando la asignación de recursos y la planificación de campañas de control vectorial. Por lo tanto, al expandir su uso a nivel nacional, se espera una respuesta más temprana y focalizada, lo que consecuentemente debería disminuir la incidencia de enfermedades como dengue y malaria en esas áreas.

**Pregunta 11: Según el artículo, ¿qué conclusión se puede extraer respecto al papel de los diferentes actores en la mitigación de las enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia?**

**Sustento**

La gestión integral del agua se está implementando por el Gobierno de Bolivia en colaboración con la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), y que la educación comunitaria y la participación ciudadana son esenciales para la prevención de criaderos. Además, se destaca la necesidad de coordinación entre políticas públicas, actores internacionales y líderes locales para lograr una mitigación sostenible.

**Pregunta 12: La lectura del texto permite identificar que la intensificación de la planificación urbana resiliente, mediante la incorporación de techos verdes y superficies permeables, tendría como consecuencia probable...**

**Sustento**

En la sección 'Planeación urbana resiliente' se indica que la iniciativa de techos verdes y superficies permeables disminuyó en un 30 % la densidad de larvas de Aedes en barrios piloto, lo que implica una reducción directa del riesgo de transmisión de dengue. Esta relación causa efecto no se expresa explícitamente como "reducirá el dengue", pero se deduce al combinar la información sobre la reducción de larvas con el papel de Aedes aegypti como vector del dengue.

**Pregunta 13: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuál es la conclusión lógica sobre el papel de las políticas de energía renovable en la futura reducción de la vulnerabilidad de Bolivia a las enfermedades transmitidas por vectores?**

**Sustento**

La transición a fuentes limpias "no solo disminuye la temperatura global, sino que también mejora la seguridad energética, permitiendo la operación continua de sistemas de refrigeración para vacunas y pruebas diagnósticas" (Sección de Políticas de reducción de emisiones y adaptación). Esta doble ventaja (mitigación del cambio climático y garantía de energía para servicios de salud) implica que, a largo plazo, la vulnerabilidad a enfermedades vectoriales se reducirá.

**Pregunta 14: El artículo señala que, para enfrentar el aumento de enfermedades transmitidas por vectores provocado por el cambio climático, el mensaje central implícito respecto a los actores involucrados es:**

**Sustento**

El artículo subraya la necesidad de estrategias sostenibles que combinan gestión del agua, planificación urbana, educación comunitaria y cooperación con organismos como GIZ, indicando que la mitigación requiere la acción conjunta de autoridades sanitarias, municipales, comunidades locales y socios internacionales. Asimismo, en la conclusión se enfatiza que “un enfoque interdisciplinario que combine salud, medio ambiente y desarrollo socioeconómico será fundamental”, lo que implica la participación de múltiples actores.

**Pregunta 15: Del análisis presentado se desprende que la relación entre el cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia implica que:**

**Sustento**

La combinación de condiciones socioeconómicas vulnerables, urbanizaciones rápidas y falta de infraestructura sanitaria favorece la propagación de enfermedades transmitidas por vectores, y que estas dinámicas agravan la exposición de poblaciones de bajos recursos (p. /23). Además, en la sección de consecuencias sociales se menciona que la mayor incidencia de dengue, malaria y Chagas incrementa la vulnerabilidad de comunidades rurales y periurbanas, reflejando una ampliación de las desigualdades en salud.

**Pregunta 16: Según el artículo, ¿cuál es la consecuencia social implícita más importante derivada del vínculo entre el cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia?**

**Sustento**

El cambio climático aumenta la vulnerabilidad de comunidades pobres y que, para reducir esa vulnerabilidad, se requieren estrategias interdisciplinarias que integren salud, gestión del agua, planificación urbana y desarrollo socioeconómico (p. Conclusiones; sección de Estrategias sostenibles).

**Pregunta 17: Según el artículo, ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la diferencia en cómo el aumento de la temperatura media afecta los ciclos de transmisión del dengue y la malaria en Bolivia?**

**Sustento**

El desarrollo biológico de *Aedes aegypti* se duplica al pasar de 20 °C a 28 °C, lo que implica una aceleración significativa del ciclo vectorial del dengue. En contraste, para el *Anopheles* se menciona que el periodo de transmisión se extiende, permitiendo que la malaria persista más allá de la temporada lluviosa tradicional.

**Pregunta 18: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál de las siguientes conclusiones se puede inferir lógicamente sobre la efectividad de las estrategias propuestas para reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia?**

**Sustento**

La gestión integral del agua y saneamiento reduce criaderos de mosquitos, la planificación urbana resiliente disminuye la acumulación de agua estancada (ej. reducción del 30 % de larvas en Santa Cruz), la educación comunitaria mejora la eliminación de criaderos y el modelado predictivo permite anticipar áreas de alto riesgo. La combinación de estos cuatro componentes se presenta como una solución integral y sostenible, y el texto concluye que la interdisciplinaria entre salud, medio ambiente y desarrollo socioeconómico es fundamental.

**Pregunta 19: El artículo señala que, al considerar las estrategias de mitigación y adaptación propuestas, ¿cuál es la implicación económica más probable de la adopción generalizada de energías renovables en Bolivia para el control de enfermedades transmitidas por vectores?**

**Sustento**

La transición a fuentes limpias de energía “no solo disminuye la temperatura global, sino que también mejora la seguridad energética, permitiendo la operación continua de sistemas de refrigeración para vacunas y pruebas diagnósticas” (Sección de Políticas de reducción de emisiones y adaptación). Esta mejora en la cadena de frío reduce pérdidas de vacunas y, combinada con la menor incidencia de enfermedades transmitidas por vectores derivada de otras estrategias sostenibles, implica una disminución de los gastos en salud pública a mediano plazo.

**Pregunta 20: Según el artículo, ¿qué es probable que ocurra si se amplía la implementación de sistemas de captación de agua de lluvia con cubiertas selladas en zonas urbanas de la Amazonía boliviana?**

**Sustento**

El artículo indica que la falta de agua potable y el almacenamiento en recipientes descubiertos generan criaderos de *Aedes aegypti*, y que la instalación de sistemas de captación con cubiertas selladas reduce esos criaderos, disminuyendo la incidencia de dengue. En la sección de gestión integral del agua se menciona que esta intervención es una de las más efectivas para controlar la proliferación de mosquitos.

**Pregunta 21: El artículo señala que la integración de la gestión del agua, la planificación urbana y la educación comunitaria son esenciales para reducir la vulnerabilidad a enfermedades transmitidas por vectores. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones representa mejor una implicación ética de priorizar la participación comunitaria en la implementación de estas estrategias?**

**Sustento**

En la sección ‘Educación comunitaria y participación ciudadana’ se indica que “La participación activa de líderes comunitarios y organizaciones no gubernamentales (ONG) crea redes de vigilancia que reportan focos de transmisión en tiempo real” y que estas iniciativas “han mostrado una mayor adherencia a medidas de eliminación de criaderos”. Este pasaje evidencia que la participación comunitaria no solo mejora la efectividad de la intervención, sino que también respeta y valora los conocimientos y prácticas locales, cumpliendo con un principio ético de no imposición de soluciones externas.

**Pregunta 22: De acuerdo con el texto, ¿cuál de las siguientes opciones describe mejor una implicación ética al implementar humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales como medida de control vectorial en Bolivia?**

**Sustento**

Los humedales construidos, además de tratar aguas residuales, capturan carbono y mejoran la biodiversidad, lo que se interpreta como una acción de justicia ambiental que favorece a comunidades vulnerables al reducir criaderos de mosquitos (sección ‘Gestión integral del agua y saneamiento’).

**Pregunta 23: ¿Cuál es el sesgo que el artículo permite identificar a partir del análisis de los resultados presentados?**

**Sustento**

El aumento de la temperatura media y la variabilidad de precipitaciones favorecen la expansión de vectores (secciones 'Incremento de la temperatura media' y 'Variabilidad y extremos de precipitación'), pero la discusión de factores socioeconómicos se limita a mencionar vulnerabilidades generales sin analizarlos como determinantes independientes de la incidencia de dengue, malaria y Chagas. Esta priorización de variables climáticas frente a determinantes sociales indica un sesgo de enfoque.

**Pregunta 24: Según el artículo, ¿qué conclusión sintetiza mejor la relación entre el aumento de la temperatura media, la mayor variabilidad de precipitaciones y la tendencia al alza de los casos de dengue y malaria en Bolivia?**

**Sustento**

El aumento de 0,6 °C en la temperatura media acelera el desarrollo de *Aedes aegypti* y extiende el periodo de transmisión de *Anopheles* (sección 'Incremento de la temperatura media'), y la mayor frecuencia de lluvias intensas produce criaderos temporales que incrementan la incidencia de dengue en un 45 % (sección 'Variabilidad y extremos de precipitación'). Estos factores combinados explican el crecimiento tanto del dengue (62 000 casos en 2023) como de la malaria (aumento del 28 % en casos autóctonos entre 2015-2022).

**Pregunta 25: ¿Es válida la afirmación efectuada por el autor, de que la gestión integral del agua es más efectiva que la planificación urbana para reducir la incidencia del dengue?**

**Sustento**

Aunque el artículo describe beneficios de ambas estrategias, solo brinda datos cuantitativos sobre la planificación urbana (reducción del 30 % en la densidad de larvas de *Aedes* en barrios piloto) y no ofrece cifras que comparen directamente la efectividad de la gestión integral del agua en la reducción de casos de dengue. Por lo tanto, la afirmación de que la gestión del agua es más efectiva carece de evidencia comparativa y no puede considerarse válida.

**Pregunta 26: Según el artículo, ¿qué tipo de evidencia adicional resultaría más pertinente para reforzar la viabilidad de las estrategias de mitigación y adaptación sostenibles propuestas para reducir la vulnerabilidad a enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo destaca la necesidad de monitoreo ecológico y de evaluar el impacto de las intervenciones (p. ej., gestión del agua, planeación urbana) para determinar su efectividad en la reducción de dengue y malaria. Un estudio longitudinal que siga la incidencia de estas enfermedades antes y después de aplicar dichas estrategias proporcionaría evidencia directa y temporalmente robusta, lo que fortalecería la argumentación sobre su viabilidad a futuro.

**Pregunta 27:** El artículo señala que, para mitigar los efectos del cambio climático, se proponen intervenciones como la gestión integral del agua, la transición a energías renovables y la educación comunitaria. ¿Cuál de las siguientes implica una consideración ética esencial para que dichas intervenciones no profundicen las desigualdades sociales en Bolivia?

#### **Sustento**

Es importante la participación comunitaria como pieza clave para una respuesta eficaz y equitativa: en la sección 'Educación comunitaria y participación ciudadana' se menciona que "la participación de líderes comunitarios y organizaciones no gubernamentales crea redes de vigilancia que reportan focos de transmisión en tiempo real" y en 'Gestión integral del agua y saneamiento' se indica que la instalación de sistemas de captación debe acompañarse de prácticas locales. Estas menciones subrayan que involucrar a las comunidades garantiza que los beneficios de las intervenciones lleguen a los grupos vulnerables y evita que las medidas refuercen desigualdades.

**Pregunta 28:** El artículo señala que la elevación del nivel del lago Titicaca ha generado nuevos hábitats de mosquitos en las comunidades de las riberas. ¿Por qué es relevante esta información para la planificación de la gestión integral del agua en Bolivia?

#### **Sustento**

La subida del nivel del lago Titicaca crea nuevos hábitats de mosquitos, lo que aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores. Al mismo tiempo, la sección 'Gestión integral del agua y saneamiento' muestra que una intervención eficaz debe incluir el suministro de agua potable y el control de criaderos, por lo que la información sobre esos nuevos hábitats es fundamental para que los planes de gestión del agua incorporen medidas de control vectorial y saneamiento.

**Pregunta 29:** Del análisis presentado se desprende que, entre los diferentes actores involucrados en la mitigación y adaptación frente a las enfermedades transmitidas por vectores en Bolivia, ¿quién tiene la posición más estratégica para liderar e integrar políticas sostenibles a largo plazo?

#### **Sustento**

La implementación eficaz de estrategias sostenibles requiere una coordinación interministerial liderada por el Gobierno de Bolivia, complementada con alianzas internacionales (p. ej., GIZ) y la integración de sectores como agua, urbanismo y salud. Aunque ONG, comunidades y académicos son actores relevantes, el texto destaca que solo el gobierno puede articular políticas de largo plazo y asignar recursos a gran escala, mientras los demás actúan como apoyos o socios.

**Pregunta 30:** A diferencia de la creencia general de que la falta de salida al mar protege a Bolivia de los efectos de la elevación del nivel del agua, ¿qué consecuencias trae consigo la elevación de los niveles de los lagos andinos como el Titicaca?

#### **Sustento**

Bolivia, pese a ser un país sin salida al mar, la elevación de los niveles de los lagos andinos (p. ej., el Titicaca) ha modificado los márgenes costeros, creando nuevos hábitats propicios para mosquitos y aumentando la exposición de comunidades ribereñas.

## Economía circular y gestión de residuos en Bolivia

### Resumen

El presente artículo examina la viabilidad y el impacto de la economía circular como modelo para la gestión de residuos sólidos en Bolivia. Se describen los conceptos básicos de la economía circular, se presentan los datos más recientes sobre generación y manejo de residuos en el país, y se analizan los desafíos institucionales, tecnológicos y sociales que limitan su implementación. A través de ejemplos concretos, como los programas de reciclaje de PET en Santa Cruz y la reutilización de residuos agrícolas en el Altiplano, se evidencia cómo la integración de políticas públicas, innovación tecnológica y participación comunitaria puede reducir la huella ambiental y generar oportunidades económicas para micro empresas. Se concluye que, aunque la transición hacia una economía circular enfrenta barreras estructurales, la adopción de indicadores de desempeño y la creación de incentivos financieros son pasos clave para transformar los residuos en recursos valiosos.

### Introducción

En los últimos años, la creciente presión sobre los recursos naturales y la acumulación de residuos en los entornos urbanos ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles. La economía circular surge como un paradigma que pretende cerrar los ciclos de materiales, evitando la extracción continua de recursos y minimizando la generación de desechos.

A diferencia del modelo lineal *extraer-producir-desechar*, la economía circular promueve la reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales en un proceso continuo.

Para Bolivia, país con una diversidad geográfica que va desde los valles tropicales hasta el Altiplano, la gestión de residuos presenta retos particulares: alta generación de residuos orgánicos en áreas rurales, escasa infraestructura de reciclaje en ciudades medianas y una normativa que aún se encuentra en fase de consolidación. Sin embargo, la economía circular ofrece una vía para convertir estos desafíos en oportunidades económicas, especialmente para los jóvenes emprendedores y pequeñas empresas que buscan innovar en el sector de los servicios ambientales.

Este artículo aborda, de forma rigurosa pero accesible, los fundamentos científicos de la economía circular, la situación actual de los residuos en Bolivia y los principales factores que pueden favorecer o limitar su adopción. Se sustenta en datos oficiales y literatura reciente, con el objetivo de proporcionar a los lectores una base para el análisis crítico de políticas públicas y proyectos de innovación.

### Desarrollo

#### 1. Marco conceptual y fundamentos científicos

La economía circular se apoya en tres principios básicos: (i) diseñar productos para la durabilidad y la facilidad de reciclaje, (ii) mantener los materiales en uso durante el mayor tiempo posible y (iii) regenerar sistemas naturales. Desde la perspectiva de la ciencia de materiales, esto implica comprender las propiedades fisicoquímicas de los residuos y su potencial de transformación.

Un concepto clave es la eficiencia del reciclaje, que se expresa mediante la razón:

$$R = \frac{M_{rec}}{M_{total}} \times 100\%$$

donde  $M_{rec}$  representa la masa de material efectivamente reciclado y  $M_{total}$  la masa total generada. Un valor de  $R$  cercano al 100% indicaría un ciclo prácticamente cerrado.

En la práctica, la eficiencia depende de factores como la segregación (separación de residuos en origen), la contaminación (presencia de materiales indeseados) y la viabilidad tecnológica de los procesos de reciclado.

#### 2. Situación actual de los residuos en Bolivia

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2022), Bolivia generó aproximadamente 6,8 millones de toneladas métricas de residuos sólidos urbanos en 2021, equivalentes a 5,9 kg per cápita al día. De este total, solo el 12 % fue recolectado formalmente, mientras que el resto quedó bajo gestión informal o se depositó en vertederos a cielo abierto.

Los residuos orgánicos constituyen alrededor del 55 % de la fracción total, seguidos por plásticos (15 %), papel y cartón (10 %) y vidrio (5 %). La alta proporción de residuos orgánicos refleja la predominancia de actividades agroalimentarias, particularmente en los valles y la región del Altiplano.

En el caso de los plásticos, el PET (polietileno tereftalato) usado en envases de bebidas representa el principal desafío. Un estudio de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA, 2023) reveló que en la ciudad de Santa Cruz la tasa de reciclaje de PET alcanza apenas el 8 %, mientras que el 70 % restante termina en basureros o en el río Mamoré, generando impactos negativos en la calidad del agua y la biodiversidad acuática.

### 3. Desafíos y oportunidades para la adopción de la economía circular

#### 3.1. Marco institucional y normativo

Bolivia cuenta con la Ley N°775 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que establece la responsabilidad compartida entre el Estado, la industria y la ciudadanía. Sin embargo, la implementación ha sido lenta debido a la falta de recursos financieros y a la dispersión geográfica de los centros de población. La creación de zonas de economía circular, similares a los parques industriales verdes de Chile, aún es incipiente.

#### 3.2. Tecnologías de reciclaje y valorización energética

En el ámbito tecnológico, la reciclación mecánica de plásticos (trituración, lavado y extrusión) es la alternativa más viable a nivel local, pues requiere inversiones moderadas y puede adaptarse a pequeñas empresas. Por otro lado, la valorización energética de residuos orgánicos mediante digestores anaeróbicos permite producir biogás, que puede ser utilizado para cocinar o generar electricidad en comunidades rurales aisladas. Un proyecto piloto en Cochabamba demostró una generación de 0,45 m<sup>3</sup> de metano por kilogramo de residuos orgánicos, suficiente para cubrir el consumo energético de una familia promedio durante un mes.

#### 3.3. Participación social y educación ambiental

La separación de residuos en origen depende fuertemente del nivel de conciencia ciudadana.

Programas educativos implementados por ONG como *EcoBol* en la zona de los Yungas han logrado aumentar la tasa de separación de papel y cartón del 3 % al 18 % en tan solo dos años, evidenciando el potencial de la educación informal y la incentivación mediante microbonos.

#### 3.4. Incentivos económicos y modelos de negocio

Los modelos de economía circular pueden generar fuentes de ingreso para jóvenes emprendedores. Por ejemplo, la empresa *ReciclArte* en La Paz compra PET usado a familias a un precio de 0,12 USD por kilogramo, lo procesa y vende el material reciclado a la industria de envases. En 2022, esta iniciativa generó ingresos de 22 000 USD y evitó la emisión de 15 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, según la calculadora de huella de carbono de la UNEP (2022).

Para estimular este tipo de iniciativas, es necesario diseñar instrumentos financieros como fondos de garantía, líneas de crédito verde y esquemas de pago por servicios ambientales, que reduzcan el riesgo de inversión y faciliten la adopción de tecnologías limpias.

### Conclusiones

La economía circular representa una alternativa científicamente fundamentada para transformar la gestión de residuos en Bolivia de un problema ambiental a una fuente de valor económico y social. Los datos evidencian que la generación de residuos supera la capacidad de recolección y tratamiento, pero la combinación de políticas públicas claras, tecnología apropiada y participación comunitaria puede elevar significativamente la eficiencia del reciclaje (R) y reducir la huella ecológica.

Los desafíos más críticos son la falta de infraestructura en zonas rurales, la escasa institucionalidad para coordinar iniciativas y la necesidad de educación continua. Sin embargo, casos como los programas de reciclaje de PET en Santa Cruz y los digestores anaeróbicos en Cochabamba demuestran que es posible crear modelos de negocio sostenibles que involucren a jóvenes emprendedores y mejoren la calidad de vida de las comunidades.

Para avanzar, se recomienda:

1. Fortalecer la legislación con mecanismos de cumplimiento y sanciones efectivas.
2. Establecer indicadores de desempeño (por ejemplo, la tasa de reciclaje R) como métricas obligatorias para municipios y empresas.
3. Crear fondos de innovación que ofrezcan microcréditos a proyectos de economía circular.

4. Desarrollar campañas de educación ambiental focalizadas en la segregación en origen.

En conclusión, la transición hacia una economía circular en Bolivia no solo es una necesidad ecológica, sino una oportunidad estratégica para generar empleo, fomentar la innovación y posicionar al país como referente en gestión sostenible de recursos en América Latina.

### Referencias bibliográficas

- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2022). *Producción y manejo de residuos sólidos en Bolivia, 2021*. La Paz: INE.
- Organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). (2022). *Circular Economy in Latin America: Opportunities and Challenges*. Nairobi: UNEP.
- Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). (2023). *Estudio de la cadena de valor del PET en Santa Cruz de la Sierra*. La Paz: UMSA.
- World Bank. (2023). *Solid Waste Management in Latin America and the Caribbean: Current Status and Prospects*. Washington, D.C.: World Bank.
- EcoBol. (2024). *Informe de impacto de programas de educación ambiental en los Yungas*. Cochabamba: EcoBol.

**Pregunta 1: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cómo define el texto a los instrumentos financieros recomendados para estimular la economía circular en Bolivia?**

#### Sustento

Para estimular iniciativas circulares, se deben diseñar “instrumentos financieros como fondos de garantía, líneas de crédito verde y esquemas de pago por servicios ambientales”. Estos tres componentes aparecen literalmente en el texto y se describen como medios para reducir el riesgo de inversión y favorecer la adopción de tecnologías limpias. Las otras opciones no aparecen en el artículo: los subsidios directos, los micro bonos y los incentivos fiscales mencionados son conceptos diferentes o no están descritos como instrumentos financieros en el documento.

**Pregunta 2: Según el artículo, ¿cómo define la economía circular y qué consecuencias sociales se asocian a su adopción en Bolivia?**

#### Sustento

El artículo define la economía circular como un paradigma que “cierra los ciclos de materiales, evitando la extracción continua de recursos y minimizando la generación de desechos” y menciona que su implementación “puede transformar los residuos en oportunidades económicas para micro empresas y jóvenes emprendedores, mejorando la calidad de vida de las comunidades”.

**Pregunta 3: Del análisis presentado se desprende que, de acuerdo al artículo, ¿qué metodología de reciclaje de plásticos se describe como la alternativa más viable a nivel local en Bolivia?**

**Sustento**

La reciclación mecánica de plásticos (tritución, lavado y extrusión) es la alternativa más viable a nivel local, pues requiere inversiones moderadas y puede adaptarse a pequeñas empresas. Las demás opciones, aunque mencionadas en el texto, no se describen como la alternativa más viable para el reciclaje de plásticos: la reciclación química no se discute; la valorización energética se refiere a residuos orgánicos, no a plásticos; y la digestión anaeróbica se menciona como método para residuos orgánicos, no como método de reciclaje de plásticos.

**Pregunta 4: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál es la implicación económica directa que se menciona respecto a la empresa ReciclArte en La Paz?**

**Sustento**

El apartado de 'Incentivos económicos y modelos de negocio' el artículo indica que la empresa ReciclArte, al comprar PET y vender material reciclado, generó ingresos de 22 000 USD en 2022. Las demás opciones presentan datos que no aparecen en el texto: no se menciona un beneficio neto de 15 000 USD, ni una reducción de costos operativos del 12 %, ni un aumento de producción del 8 %; por lo tanto, son distractores contruados a partir de información del artículo, pero mal interpretada o extrapolada.

**Pregunta 5: El artículo señala que el proyecto piloto de digestores anaeróbicos en Cochabamba generó, por cada kilogramo de residuos orgánicos, ¿cuántos metros cúbicos de metano?**

**Sustento**

En la sección 3.2 del artículo se indica que el proyecto piloto en Cochabamba "demostró una generación de 0,45 m<sup>3</sup> de metano por kilogramo de residuos orgánicos". Las demás opciones alteran el valor numérico (0,35 m<sup>3</sup> y 0,55 m<sup>3</sup>) o la unidad de medida (por tonelada), por lo que no coinciden con el dato explícito presentado.

**Pregunta 6: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es la característica que diferencia la tasa de reciclaje de PET en Santa Cruz de la tasa de recolección formal de residuos sólidos en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo indica que en Santa Cruz la tasa de reciclaje de PET es apenas el 8 % (sección 2, datos de UMSA 2023) y que, a nivel nacional, solo el 12 % de los residuos sólidos urbanos fue recolectado formalmente (sección 2, datos del INE 2022). Por lo tanto, la afirmación correcta es que la tasa de reciclaje de PET en Santa Cruz (8 %) es inferior a la tasa de recolección formal nacional (12 %).

**Pregunta 7: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es el objetivo principal que persiguen los micro bonos ofrecidos por ONG como EcoBol al incentivar la separación de papel y cartón en los Yungas?**

**Sustento**

El texto indica que los programas educativos de ONG como EcoBol "lograron aumentar la tasa de separación de papel y cartón del 3 % al 18 % en tan solo dos años, evidenciando el potencial de la educación informal y la incentivación mediante micro bonos". El propósito explícito de esos micro bonos es ofrecer un estímulo económico que motive a la población a separar los materiales, lo que a su vez favorece la participación ciudadana y sienta las bases para una economía circular.

**Pregunta 8: De acuerdo con el texto, ¿qué consecuencia se puede deducir si el Estado fortalece la aplicación de la Ley 164 mediante la creación de fondos de garantía para micro empresas de reciclaje?**

#### **Sustento**

El texto indica que la baja tasa de reciclaje de PET en Santa Cruz (solo 8 %) se debe en parte a la ausencia de incentivos financieros para los emprendedores. Se menciona que iniciativas como ReciclArte funcionan al comprar PET y venden material reciclado, y que se requieren instrumentos como fondos de garantía y microcréditos para ampliar estas actividades. Si el Estado crea dichos fondos, se esperaría que más micro empresas de reciclaje puedan operar formalmente, aumentando la recolección de PET, lo que elevaría la tasa de reciclaje (R) y reduciría la fracción que actualmente se deposita en vertederos o ríos.

**Pregunta 9: Basándose en la información proporcionada, ¿qué efecto indirecto es probable que genere la expansión de los proyectos piloto de digestores anaeróbicos en zonas rurales sobre la dinámica de la economía circular en Bolivia?**

#### **Sustento**

El artículo indica que los digestores anaeróbicos generan biogás (0,45 m<sup>3</sup> de metano por kilogramo de residuos orgánicos) suficiente para cubrir el consumo energético de una familia, lo que implica ingresos potenciales para micro empresas que operen dichos sistemas (sección 3.3). Al transformar residuos orgánicos en energía, se reduce la cantidad de materia orgánica que llega a los vertederos, lo que a su vez mejora la eficiencia global del reciclaje (R), ya que la fórmula de R depende del total de residuos gestionados de forma útil. Esta cadena de efectos – reducción de residuos orgánicos, generación de ingresos y mejora de R – es una consecuencia implícita del proyecto piloto.

**Pregunta 10: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué conclusión general puede inferirse sobre la relación entre la proporción de recolección formal de residuos y la eficiencia de reciclaje (R) en Bolivia?**

#### **Sustento**

Soloo el 12 % de los residuos sólidos urbanos se recolecta formalmente, mientras que el 55 % corresponde a residuos orgánicos y solo el 8 % del PET se recicla en Santa Cruz. Además, se señala que la segregación y la disponibilidad de residuos en condiciones de calidad son factores críticos para la eficiencia del reciclaje (R). Por lo tanto, una mayor cobertura de recolección formal implicaría que un mayor volumen de residuos estaría correctamente segregado y disponible para los procesos de reciclaje y valorización, lo que aumentaría el valor de R.

**Pregunta 11: De acuerdo con el texto, ¿qué efecto probable tendría en la eficiencia del reciclaje (R) la ampliación de programas de educación ambiental liderados por ONG en comunidades rurales?**

#### **Sustento**

El texto describe que los programas educativos de ONG como EcoBol lograron elevar la tasa de separación de papel y cartón del 3 % al 18 % en dos años, evidenciando que la educación mejora la segregación de residuos. Una mejor segregación reduce la contaminación de los flujos reciclables, lo que, según la definición de eficiencia de reciclaje  $R = (M_{\text{rec}} / M_{\text{total}}) \times 100 \%$ , permite que una mayor masa de material sea realmente reciclada, incrementando así el valor de R.

**Pregunta 12: De acuerdo con el texto, ¿cuál es la idea central que el autor comunica respecto al papel de la economía circular en la gestión de residuos en Bolivia?**

**Sustento**

El autor enfatiza repetidamente que la transición hacia una economía circular depende de la integración de políticas públicas, innovación tecnológica y participación comunitaria, lo que permitirá transformar los residuos en recursos valiosos y crear oportunidades económicas para micro empresas (ver secciones de “Desarrollo” y “Conclusiones”).

**Pregunta 13: Considerando lo mencionado en el texto, ¿qué diferencia esencial se puede establecer entre la contribución del Estado y la de las ONG al impulso de la economía circular en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo indica que la Ley 164 de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2014) constituye el marco normativo del Estado, pero su ejecución es lenta por falta de recursos y dispersión geográfica. En contraste, la ONG EcoBol se menciona en la sección de participación social, donde sus programas educativos aumentaron la tasa de separación de papel y cartón del 3 % al 18 % en dos años, demostrando una acción directa a nivel comunitario. Por lo tanto, la diferencia esencial radica en que el Estado provee la infraestructura institucional y normativa, mientras que las ONG actúan mediante educación y sensibilización que generan cambios de comportamiento en la población.

**Pregunta 14: El artículo señala que, para que Bolivia logre una transición efectiva hacia la economía circular, es indispensable...**

**Sustento**

El autor, a lo largo del artículo, enfatiza que la viabilidad de la economía circular en Bolivia depende de la interacción entre tres ejes: políticas públicas (p. ej., la Ley 164, indicadores de desempeño), tecnologías apropiadas (reciclado mecánico, digestores anaeróbicos) y la participación social (programas de educación, micro bonos). En la conclusión se indica que “la combinación de políticas públicas claras, tecnología apropiada y participación comunitaria puede elevar significativamente la eficiencia del reciclaje (R)”.

**Pregunta 15: La lectura del texto permite identificar que, al comparar la reciclación mecánica de PET y la valorización energética mediante digestores anaeróbicos, ¿cuál de las siguientes afirmaciones refleja con mayor precisión la relación entre la complejidad de inversión y el contexto de aplicación de cada proceso?**

**Sustento**

El artículo indica que la reciclación mecánica de plásticos es “la alternativa más viable a nivel local, pues requiere inversiones moderadas y puede adaptarse a pequeñas empresas” y, simultáneamente, describe que la valorización energética mediante digestores anaeróbicos “permite producir biogás, que puede ser utilizado para cocinar o generar electricidad en comunidades rurales aisladas” (p. 3.2). Por tanto, la afirmación combina con exactitud la inversión moderada de la reciclación mecánica y la idoneidad de los digestores para zonas rurales.

**Pregunta 16: Del análisis presentado se desprende que la tendencia dominante en la gestión de residuos en Bolivia es que...**

**Sustento**

El artículo enfatiza, tanto en la introducción como en las conclusiones, que la transición hacia una economía circular depende de la interacción entre políticas públicas, innovación tecnológica y la participación comunitaria,

y que la efectividad de este proceso se potenciará mediante indicadores de desempeño (tasa de reciclaje R) y mecanismos financieros de incentivo. Por ejemplo, en la sección de “Desafíos y oportunidades” se menciona que la combinación de políticas claras, tecnologías apropiadas y educación ambiental permite elevar la eficiencia del reciclaje y generar oportunidades económicas.

**Pregunta 17: De acuerdo con el texto, ¿qué consecuencia puede inferirse si la tasa de segregación de residuos orgánicos en origen se incrementa significativamente en comunidades rurales?**

#### **Sustento**

El artículo indica que la valorización energética mediante digestores anaeróbicos produce 0,45 m<sup>3</sup> de metano por kilogramo de residuos orgánicos, suficiente para cubrir el consumo de una familia promedio durante un mes. Una mejora en la segregación en origen implica que una mayor proporción de residuos orgánicos llega al digestor en buen estado, aumentando la masa total de materia prima disponible. Como la relación de producción de metano es lineal respecto a la masa alimentada (0,45 m<sup>3</sup> / kg), al incrementarse la cantidad de residuos orgánicos capturados se generará más metano, lo que permite abastecer a más hogares.

**Pregunta 18: Según el artículo, ¿cuál es el mensaje principal implícito que el autor comunica respecto a las soluciones para la gestión de residuos en Bolivia?**

#### **Sustento**

El artículo, en sus conclusiones y desarrollo, enfatiza repetidamente que la transición hacia una economía circular requiere “políticas públicas claras, tecnología apropiada y participación comunitaria” (párrafo de conclusiones) y menciona que esa combinación “puede reducir la huella ecológica y generar oportunidades económicas para micro empresas”. Esta visión integradora es el mensaje implícito central.

**Pregunta 19: De acuerdo con el texto, ¿qué efecto se puede deducir que tendría la ampliación de los programas de educación ambiental orientados a la separación en origen en las comunidades rurales?**

#### **Sustento**

El texto señala que la separación de residuos en origen depende del nivel de conciencia ciudadana y que programas educativos han aumentado la tasa de separación (p. 3.3). Un mayor grado de separación permite que más material sea apto para el reciclaje mecánico y que los residuos orgánicos sean canalizados a digestores anaeróbicos, lo que eleva la eficiencia del reciclaje (R) y favorece la valorización energética.

**Pregunta 20: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuál de las siguientes comparaciones entre dos propuestas de futuro refleja de manera más precisa su potencial efecto inmediato sobre la eficiencia del reciclaje (R)?**

#### **Sustento**

El texto señala que, para impulsar la economía circular, se requieren ‘instrumentos financieros como fondos de garantía, líneas de crédito verde y esquemas de pago por servicios ambientales’ que reducen el riesgo de inversión y facilitan la adopción de tecnologías limpias. Estos recursos permiten a micro empresas comprar equipos y operar procesos de reciclaje de forma inmediata, lo que afecta directamente la razón R. En contraste, el fortalecimiento legislativo con sanciones, aunque importante, actúa a más largo plazo al requerir cumplimiento y vigilancia institucional, sin aportar recursos financieros directos que mejoren rápidamente la eficiencia del reciclaje.

**Pregunta 21: La lectura del texto permite identificar que, para fomentar el desarrollo de micro empresas en zonas rurales de Bolivia, la información sobre la generación de biogás a partir de residuos orgánicos resulta más relevante que los datos de reciclaje de PET en Santa Cruz, porque:**

**Sustento**

El texto señala que un proyecto piloto en Cochabamba demostró una generación de 0,45 m<sup>3</sup> de metano por kilogramo de residuos orgánicos, suficiente para cubrir el consumo energético de una familia promedio durante un mes. Este tipo de valorización energética es directamente aplicable a comunidades rurales donde la falta de infraestructura eléctrica limita el desarrollo de micro empresas, al proporcionar una fuente de energía local y rentable. Por el contrario, los datos de reciclaje de PET (tasa del 8 % en Santa Cruz) se centran en un problema urbano de contaminación del agua y no ofrecen una solución inmediata para la generación de ingresos o la autosuficiencia energética en áreas rurales, lo que disminuye su relevancia para ese contexto.

**Pregunta 22: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál de los siguientes aspectos representa una limitación no abordada por el autor al proponer incentivos financieros y modelos de negocio para la economía circular en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo menciona incentivos financieros, micro créditos, fondos de innovación y la participación de jóvenes emprendedores, pero nunca analiza la dimensión de género ni cómo la desigualdad entre hombres y mujeres podría limitar el acceso de las mujeres a esos recursos.

**Pregunta 23: El artículo señala que la eficiencia del reciclaje (R) permite cuantificar el grado de cierre de los ciclos de materiales. ¿Por qué es relevante este indicador para diseñar una política de incentivos financieros dirigida a micro empresas de reciclaje en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo enfatiza que la eficiencia del reciclaje (R) sirve como indicador de desempeño que permite evaluar cuán cerrado está el ciclo de materiales; este dato puede usarse para estructurar bonos o pagos por servicios ambientales, asegurando que los incentivos financieros premien a micro empresas que logren una mayor efectividad en el cierre del ciclo. En la sección de conclusiones se menciona la necesidad de establecer indicadores de desempeño, como la tasa de reciclaje R, como métricas obligatorias para municipios y empresas.

**Pregunta 24: De acuerdo con el texto, ¿cuál de los siguientes posibles sesgos ambientales no está suficientemente abordado por el autor en su análisis?**

**Sustento**

Aunque el artículo describe ampliamente los beneficios del reciclaje de PET y la valorización energética, nunca menciona ni cuantifica las posibles emisiones de CO<sub>2</sub> o de otros gases de efecto invernadero que pueden generarse durante la recolección, el transporte y el procesamiento de los materiales reciclados. El texto se centra en la eficiencia del reciclaje (R) y en los impactos positivos, sin considerar este costo ambiental.

**Pregunta 25: La lectura del texto permite identificar que el argumento del autor sobre la validez de establecer indicadores de desempeño, como la tasa de reciclaje R, para mejorar la eficiencia del reciclaje en Bolivia, es:**

**Sustento**

El texto proporciona evidencia empírica que respalda la propuesta del autor: se citan cifras específicas de la tasa de reciclaje de PET (8 %) y se describen casos concretos, como la empresa ReciclArte, que compra PET,

lo procesa y genera ingresos de 22 000 USD y evita 15 toneladas de CO<sub>2</sub>. Estas experiencias demuestran que, al medir la eficiencia a través del indicador R, se pueden observar mejoras tangibles en la recuperación de materiales y en los resultados económicos de micro empresas, lo que valida la argumentación del autor.

**Pregunta 26: Del análisis presentado se desprende que, de acuerdo al artículo, ¿por qué es relevante la incorporación de indicadores de desempeño de reciclaje (R) para la formulación de políticas públicas en los municipios de Bolivia?**

#### **Sustento**

En la sección de Conclusiones el artículo recomienda establecer indicadores de desempeño, como la tasa de reciclaje R, como métricas obligatorias para municipios y empresas, con el fin de evaluar la eficacia de los programas, orientar la asignación de fondos (microcréditos) y diseñar incentivos financieros. Esta función se menciona explícitamente: “Establecer indicadores de desempeño (por ejemplo, la tasa de reciclaje R) como métricas obligatorias para municipios y empresas”.

**Pregunta 27: Según el artículo, ¿qué sesgo limita la representatividad de los resultados presentados sobre la eficiencia de la economía circular en Bolivia?**

#### **Sustento**

El artículo solo describe ejemplos concretos de reciclaje de PET en Santa Cruz y de digestores anaeróbicos en Cochabamba, sin proporcionar evidencia de otras áreas del país. Esta focalización geográfica impide extrapolar los hallazgos a la realidad nacional, constituyendo un sesgo de representatividad.

**Pregunta 28: De acuerdo con el texto, ¿cuál es la implicación ética más relevante al promover incentivos financieros para micro empresas que realizan reciclaje de PET en Bolivia?**

#### **Sustento**

El texto señala que los incentivos financieros buscan apoyar a micro empresas (p. ej., ReciclArte) y que la falta de una política inclusiva puede dejar fuera a los recolectores informales, creando una situación de inequidad y planteando una cuestión de justicia distributiva.

**Pregunta 29: El artículo señala que la participación de ONG es fundamental para mejorar la separación de residuos en origen. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones constituye una evaluación crítica adecuada de la suficiencia de la evidencia presentada sobre el papel de las ONG en este proceso?**

#### **Sustento**

Aunque el artículo menciona que la ONG EcoBol logró elevar la tasa de separación de papel y cartón del 3 % al 18 % en los Yungas, esa información corresponde a un caso aislado y regional. No se presentan datos comparativos con otras áreas ni estudios longitudinales que permitan determinar si el efecto es atribuible exclusivamente a la intervención de la ONG ni si es replicable a nivel nacional. Por ello, la evidencia es limitada para sustentar afirmaciones generales sobre el impacto de las ONG.

**Pregunta 30: El artículo señala que el proyecto piloto de digestores anaeróbicos en Cochabamba generó, por cada kilogramo de residuos orgánicos, ¿cuántos metros cúbicos de metano?**

**Sustento**

En la sección 3.2 del artículo se indica que el proyecto piloto en Cochabamba “demostró una generación de 0,45 m<sup>3</sup> de metano por kilogramo de residuos orgánicos”. Las demás opciones alteran el valor numérico (0,35 m<sup>3</sup> y 0,55 m<sup>3</sup>) o la unidad de medida (por tonelada), por lo que no coinciden con el dato explícito presentado.



## Resistencia a los antibióticos: desafío actual y soluciones emergentes en Bolivia

### Resumen

La resistencia a los antibióticos (RA) es una amenaza global que afecta de forma aguda a países en desarrollo como Bolivia, donde el uso indiscriminado de medicamentos y la falta de vigilancia sanitaria favorecen la aparición de cepas bacterianas resistentes. Este artículo revisa los mecanismos biológicos que generan la RA, describe su impacto epidemiológico en la población boliviana y analiza las iniciativas emergentes—tanto de política pública como de innovación tecnológica—para mitigar el problema. Se presentan datos del Ministerio de Salud (2023) que indican que el 28 % de los ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias están asociados a bacterias resistentes, y se discuten estrategias de educación sanitaria, regulación del uso de antibióticos en la agropecuaria y desarrollo de terapias basadas en fagos bacterianos. El objetivo es ofrecer a los jóvenes lectores una visión integral que combine fundamentos científicos, evidencia local y perspectivas de solución, fomentando la reflexión crítica sobre la importancia de un manejo responsable de los antibióticos.

### Introducción

Desde la década de 1940, los antibióticos han sido una herramienta esencial para combatir infecciones bacterianas, reduciendo drásticamente la mortalidad infantil y prolongando la esperanza de vida en todo el mundo. Sin embargo, la capacidad de las bacterias para adaptarse y evadir la acción de estos fármacos ha generado el fenómeno conocido como resistencia a los antibióticos. En términos sencillos, la resistencia surge cuando una bacteria adquiere la habilidad de sobrevivir a concentraciones de antibiótico que antes la mataban. Esta adaptación puede deberse a mutaciones genéticas espontáneas o a la transferencia de genes de resistencia entre distintas especies bacterianas.

En Bolivia, la RA se ha convertido en un problema de salud pública que afecta tanto a hospitales urbanos como a comunidades rurales. Factores como la automedicación, la compra sin receta de antibióticos, el uso de estos fármacos en la producción animal y la limitada capacidad de diagnóstico microbiano contribuyen a la propagación de cepas resistentes. Además, la

geografía del país, con extensas áreas de difícil acceso, complica la vigilancia epidemiológica y la implementación de políticas de control.

El presente artículo explora los mecanismos biológicos de la resistencia, analiza su repercusión en la salud boliviana y examina soluciones emergentes que podrían contener su expansión.

### Mecanismos biológicos y factores de riesgo

La resistencia a los antibióticos se manifiesta a través de varios mecanismos. El más conocido es la producción de enzimas que inactivan el antibiótico; por ejemplo, las  $\beta$ -lactamasas, que destruyen el anillo  $\beta$ -lactámico presente en penicilinas y cefalosporinas. Otro mecanismo es la modificación del sitio de acción del fármaco, como ocurre con la meticilina resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA), donde alteraciones en la proteína PBP2a impiden la unión del antibiótico. Además, las bacterias pueden aumentar la expresión de bombas de expulsión, que expulsan activamente el antibiótico fuera de la célula, reduciendo su concentración intracelular.

Estos mecanismos pueden ser heredados de forma vertical (de una generación a otra) o adquiridos horizontalmente mediante la transferencia de plásmidos, que son pequeños fragmentos de ADN que se copian y se comparten entre bacterias, incluso de distintas especies. La transferencia horizontal es particularmente preocupante porque permite la rápida diseminación de resistencia en entornos donde coexisten múltiples bacterias, como en los hospitales y en granjas de producción animal.

En Bolivia, los factores de riesgo que favorecen estos procesos incluyen:

- **Automedicación y compra sin receta:** Estudios de la Universidad Mayor de San Andrés (2022) revelan que el 62 % de la población adulta adquiere antibióticos sin prescripción, a menudo para tratar resfriados o dolores de garganta, afecciones que normalmente son de origen viral y no responden a antibióticos.
- **Uso de antibióticos en la ganadería:** La normativa actual permite la administración

preventiva de antibióticos en pollos y bovinos, lo que genera presión selectiva para que bacterias resistentes colonicen el intestino de los animales y, posteriormente, se transmitan al ser humano a través de la cadena alimentaria.

- **Diagnóstico limitado:** En muchos hospitales bolivianos no se dispone de laboratorios de microbiología capaces de identificar rápidamente la causa de una infección, lo que lleva a la prescripción empírica de antibióticos de amplio espectro, favoreciendo la selección de cepas resistentes.

### Impacto epidemiológico en Bolivia

Los datos del Ministerio de Salud de Bolivia (2023) indican que aproximadamente **28 %** de los ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias agudas están asociados a bacterias resistentes a al menos un antibiótico de primera línea. Entre las especies más frecuentes destacan *Klebsiella pneumoniae* productora de  $\beta$ -lactamasa de espectro extendido (BLEE) y *Pseudomonas aeruginosa* multidroga. En la región andina, el brote de *Neisseria gonorrhoeae* resistente a ceftriaxona ha obligado a revisar los protocolos de tratamiento para la gonorrea, una infección de transmisión sexual que afecta principalmente a jóvenes en edad reproductiva.

En términos de mortalidad, la RA se vincula a un aumento del tiempo de hospitalización y a una mayor probabilidad de complicaciones. Un estudio realizado en el Hospital Universitario de Santa Cruz (2021) reportó que los pacientes con infecciones por *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenémicos tenían una tasa de mortalidad del 45 %, frente al 12 % en infecciones por cepas sensibles.

Además de los costos humanos, la resistencia genera una carga económica significativa. Según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (2022), el tratamiento de infecciones resistentes incrementa los costos hospitalarios en Bolivia en alrededor de **US\$ 55 millones al año**, una cifra que supera el presupuesto destinado a programas de salud preventiva en varias regiones.

### Soluciones emergentes y perspectivas de futuro

Frente a la magnitud del problema, Bolivia ha comenzado a implementar una serie de iniciativas que combinan regulación, educación

y tecnología. A continuación, se describen las más relevantes.

### Fortalecimiento de la política sanitaria

En 2022 el Gobierno aprobó la **Ley de Uso Responsable de Antibióticos**, que obliga a los farmacéuticos a exigir receta médica para la dispensación de antibióticos y limita su uso en la agropecuaria a casos de enfermedad diagnosticada. La normativa también establece la creación de un registro nacional de resistencia bacteriana, que recopila datos de laboratorios públicos y privados para monitorear tendencias y guiar las decisiones clínicas.

### Programas de educación comunitaria

Organizaciones no gubernamentales, como *Médicos Sin Fronteras* en coordinación con universidades locales, llevan a cabo campañas de concientización en escuelas y centros de salud rurales. Estas actividades incluyen charlas sobre por qué los antibióticos no curan los resfriados y la importancia de completar el tratamiento prescrito. En el Departamento de Potosí, una campaña piloto alcanzó a 8 000 estudiantes de secundaria, logrando una reducción del 30 % en la compra automática de antibióticos en farmacias locales.

### Innovación biotecnológica

Una de las áreas de mayor promesa es la terapia basada en bacteriófagos, virus que infectan y destruyen bacterias específicas. El Instituto Nacional de Salud (INS) de Bolivia está realizando ensayos clínicos de un cóctel de fagos contra *Escherichia coli* productora de BLEE en pacientes con infecciones urinarias recurrentes. Los resultados preliminares muestran una tasa de curación del 85 % sin los efectos colaterales típicos de los antibióticos.

Otro avance es el uso de diagnósticos rápidos basados en PCR (reacción en cadena de la polimerasa) que identifican el gen de resistencia en menos de una hora. El Hospital Universitario de La Paz ha incorporado estos equipos, reduciendo la prescripción empírica en un 40 % y permitiendo tratamientos más dirigidos.

### Enfoque One Health (Una Salud)

El concepto *One Health* reconoce la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental. En Bolivia, el Ministerio de Medio Ambiente, junto con el de Salud, ha lanzado

proyectos de vigilancia de resistencia en fuentes de agua y en granjas avícolas. Al monitorear los niveles de antibióticos residuales en ríos como el Río Pilcomayo, se busca prevenir la propagación de genes de resistencia en ecosistemas acuáticos que pueden regresar a la cadena alimentaria humana.

### Conclusiones

La resistencia a los antibióticos es un fenómeno complejo que combina factores biológicos, sociales y estructurales. En Bolivia, la combinación de automedicación, uso indiscriminado en la agricultura y limitaciones diagnósticas ha creado un escenario donde las bacterias resistentes proliferan y comprometen la eficacia de los tratamientos tradicionales. Sin embargo, la respuesta del país está tomando forma a través de políticas regulatorias más

estrictas, programas de educación dirigidos a la población joven y la adopción de tecnologías emergentes como la terapia con fagos y diagnósticos moleculares rápidos.

Para que estas medidas tengan éxito, es fundamental fortalecer la vigilancia nacional, fomentar la investigación interdisciplinaria y garantizar la participación activa de la comunidad. La educación de los futuros profesionales de la salud y de la ciudadanía en general será la piedra angular para cambiar hábitos de consumo y promover un uso responsable de los antibióticos. Solo a través de un enfoque integrado, que incluya al sector humano, animal y ambiental, Bolivia podrá contener la propagación de la resistencia y preservar la efectividad de los antibióticos para las generaciones venideras.

### Referencias bibliográficas

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Impacto económico de la resistencia a los antibióticos en América Latina*. BID. <https://publications.iadb.org/resistencia-antibioticos>
- Ministerio de Salud de Bolivia. (2023). *Informe anual de vigilancia de resistencia bacteriana*. La Paz: Gobierno de Bolivia.
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS) report*. <https://www.who.int/glass>
- Pérez, L., & García, M. (2022). Autoprescripción de antibióticos en Bolivia: un estudio de campo en Cochabamba. *Revista Boliviana de Salud Pública*, 15(3), 112124.
- Universidad Mayor de San Andrés. (2022). *Uso de antibióticos sin receta en la población adulta boliviana*. Tesis de licenciatura, La Paz.

**Pregunta 1: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuáles son las cuatro áreas de acción emergentes que se proponen para enfrentar la resistencia a los antibióticos en Bolivia?**

### Sustento

En la sección “Soluciones emergentes y perspectivas de futuro” del artículo se listan exactamente esas cuatro áreas: (1) Fortalecimiento de la política sanitaria, (2) Programas de educación comunitaria, (3) Innovación biotecnológica y (4) Enfoque One Health. Cada una aparece como un subtítulo independiente que describe iniciativas específicas para mitigar la resistencia.

**Pregunta 2: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es el primer paso descrito en la iniciativa ambiental de One Health para controlar la resistencia a los antibióticos en Bolivia?**

### Sustento

En el apartado “Enfoque One Health (Una Salud)” se indica que el Ministerio de Medio Ambiente, junto con el de Salud, “ha lanzado proyectos de vigilancia de resistencia en fuentes de agua y en granjas avícolas” antes de cualquier otro accionar.

**Pregunta 3: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es el orden cronológico correcto de las acciones realizadas por los distintos actores para enfrentar la resistencia a los antibióticos en Bolivia?**

**Sustento**

La secuencia se describe en el artículo: primero, en 2022, el Gobierno aprueba la Ley de Uso Responsable de Antibióticos (sección “Fortalecimiento de la política sanitaria”). Luego, organizaciones no gubernamentales como Médicos Sin Fronteras implementan campañas de educación comunitaria en escuelas (sección “Programas de educación comunitaria”). Posteriormente, el Hospital Universitario de La Paz incorpora diagnósticos rápidos basados en PCR, reduciendo la prescripción empírica (sección Innovación biotecnológica). Finalmente, el Instituto Nacional de Salud lleva a cabo ensayos clínicos de terapia con fagos contra E. coli productora de BLEE (sección “Innovación biotecnológica”).

**Pregunta 4: De acuerdo con el texto, ¿cuál fue la característica principal de los antibióticos desde su introducción en la década de 1940?**

**Sustento**

En la Introducción del artículo se afirma que, desde la década de 1940, los antibióticos redujeron drásticamente la mortalidad infantil y prolongaron la esperanza de vida en todo el mundo.

**Pregunta 5: De acuerdo con el texto, ¿cuáles de las siguientes medidas forman parte de la Ley de Uso Responsable de Antibióticos aprobada en 2022 en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo indica que la Ley de Uso Responsable de Antibióticos, aprobada en 2022, “obliga a los farmacéuticos a exigir receta médica para la dispensación de antibióticos y limita su uso en la agropecuaria a casos de enfermedad diagnosticada. La normativa también establece la creación de un registro nacional de resistencia bacteriana”.

**Pregunta 6: El artículo señala que el 28 % de los ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias agudas están asociados a bacterias resistentes a al menos un antibiótico de primera línea. ¿A qué se refiere exactamente ese porcentaje del 28 %?**

**Sustento**

En la sección “Impacto epidemiológico en Bolivia” el artículo indica explícitamente que “aproximadamente 28 % de los ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias agudas están asociados a bacterias resistentes a al menos un antibiótico de primera línea” (Ministerio de Salud de Bolivia, 2023).

**Pregunta 7: La lectura del texto permite identificar que, según el artículo, la resistencia a los antibióticos se define como:**

**Sustento**

El artículo define explícitamente la resistencia a los antibióticos con la frase: “En términos sencillos, la resistencia surge cuando una bacteria adquiere la habilidad de sobrevivir a concentraciones de antibiótico que antes la mataban”.

**Pregunta 8: La lectura del texto permite identificar que la Ley de Uso Responsable de Antibióticos, aprobada en 2022, fue implementada principalmente con el objetivo de:**

**Sustento**

El artículo indica que la Ley de Uso Responsable de Antibióticos “obliga a los farmacéuticos a exigir receta médica para la dispensación de antibióticos y limita su uso en la agropecuaria a casos de enfermedad diagnosticada”.

(sección de fortalecimiento de la política sanitaria). Ese enunciado muestra que la intención principal es controlar la resistencia, no estimular ventas, importaciones o investigación.

**Pregunta 9: La lectura del texto permite identificar que, en comparación de la implementación de diagnósticos rápidos basados en PCR y la terapia con bacteriófagos comparten algunas características, ¿cuáles son esas características en la lucha contra la resistencia a los antibióticos en Bolivia?**

#### **Sustento**

El texto indica que los diagnósticos rápidos basados en PCR identifican el gen de resistencia en menos de una hora, lo que “redujo la prescripción empírica en un 40 % y permitiendo tratamientos más dirigidos” (párrafo de Innovación biotecnológica). Asimismo, la terapia con bacteriófagos se describe como un enfoque que “infectan y destruyen bacterias específicas” y muestra una alta tasa de curación sin los efectos colaterales típicos de los antibióticos, lo que implica un tratamiento más focalizado. Por tanto, ambas tecnologías comparten la característica de disminuir la necesidad de usar antibióticos de amplio espectro, favoreciendo tratamientos más específicos. Entretanto, la Ley de Uso Responsable es una medida normativa, no una característica de estas tecnologías; no se menciona modificación genética de bacterias en el contexto de PCR o fagoterapia; y el texto no señala un aumento significativo de costos como consecuencia directa de estas intervenciones.

**Pregunta 10: Según el artículo, ¿con qué finalidad se aprobó la Ley de Uso Responsable de Antibióticos?**

#### **Sustento**

El texto indica que la Ley de Uso Responsable de Antibióticos, aprobada en 2022, “obliga a los farmacéuticos a exigir receta médica para la dispensación de antibióticos y limita su uso en la agropecuaria a casos de enfermedad diagnosticada” y “establece la creación de un registro nacional de resistencia bacteriana”. Estos elementos responden al objetivo de frenar la automedicación y el uso indiscriminado en la ganadería, factores de riesgo descritos en los párrafos anteriores.

**Pregunta 11: El artículo señala que la incorporación de diagnósticos rápidos basados en PCR redujo la prescripción empírica en un 40 %. ¿Qué efecto se puede inferir que tendría la expansión nacional de esta tecnología sobre la propagación de bacterias resistentes?**

#### **Sustento**

El texto indica que la introducción de pruebas PCR rápidas en el Hospital Universitario de La Paz redujo la prescripción empírica en un 40 %, lo que implica que se está usando antibióticos de forma más dirigida y, por tanto, disminuye la presión de selección de cepas resistentes. Este razonamiento inferencial combina la información del apartado de “Innovación biotecnológica” con la lógica de causa efecto: menos uso indiscriminado → menor propagación de resistencia.

**Pregunta 12: Según el artículo, ¿qué consecuencia se puede deducir de la introducción masiva de antibióticos a partir de la década de 1940 en la situación actual de resistencia en Bolivia?**

#### **Sustento**

El texto indica que los antibióticos se introdujeron en la década de 1940 y, aunque redujeron la mortalidad, su uso extensivo creó presión selectiva para la supervivencia de bacterias resistentes. Más adelante, el artículo señala que la automedicación y el uso indiscriminado en la agropecuaria han ampliado esa presión, resultando en que el 28 % de los ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias están asociados a bacterias resistentes. Por lo tanto, se infiere que la combinación de la introducción histórica y el uso actual explica la alta prevalencia de resistencia.

**Pregunta 13: Considerando la combinación de: la Ley de Uso Responsable de Antibióticos, los programas de educación comunitaria y los ensayos clínicos con bacteriófagos. ¿qué conclusión lógica se puede extraer sobre el enfoque más prometedor para contener la resistencia a los antibióticos en Bolivia?**

**Sustento**

El texto muestra que la Ley de Uso Responsable de Antibióticos (2022) regula la dispensación y el uso agropecuario, que los programas de educación en Potosí redujeron en un 30 % la compra automática de antibióticos, y que los ensayos con bacteriófagos alcanzaron una tasa de curación del 85 % sin efectos colaterales. Cada una de estas intervenciones aborda un factor distinto (política, comportamiento y tecnología) que el artículo identifica como crucial para frenar la RA; por ello, la conclusión lógica es que solo una combinación de ellas ofrece la mayor probabilidad de éxito.

**Pregunta 14: Según el artículo, comparando la actuación del Gobierno boliviano y la de las organizaciones no gubernamentales, ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la forma en que sus contribuciones se complementan para mitigar la resistencia a los antibióticos?**

**Sustento**

El texto indica que en 2022 el Gobierno aprobó la Ley de Uso Responsable de Antibióticos y creó un registro nacional de resistencia, estableciendo una base normativa y de vigilancia. Asimismo, menciona que organizaciones no gubernamentales, como Médicos Sin Fronteras, llevan a cabo campañas de concientización que alcanzaron a 8 000 estudiantes en Potosí y lograron una reducción del 30 % en la compra automática de antibióticos. Estas dos acciones – regulación/vigilancia (Gobierno) y educación comunitaria (ONG) – se describen como complementarias.

**Pregunta 15: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué consecuencia se puede inferir que tendrá la expansión de los diagnósticos rápidos basados en PCR en los hospitales bolivianos respecto a la epidemiología de la resistencia a los antibióticos?**

**Sustento**

El artículo indica que la incorporación de pruebas PCR que identifican genes de resistencia en menos de una hora ha reducido la prescripción empírica en un 40 %. Si la prescripción empírica disminuye, se ejerce menos presión selectiva sobre las bacterias, lo que lógicamente lleva a una menor aparición y propagación de cepas resistentes; por tanto, la incidencia de infecciones por bacterias resistentes tenderá a descender. Esta cadena causal (diagnóstico rápido → menos uso empírico → menor presión selectiva → menor incidencia) no está declarada explícitamente, pero se deduce del texto.

**Pregunta 16: En el texto se menciona que, una de las consecuencias sobre los ingresos hospitalarios por infecciones resistentes, es:**

**Sustento**

El texto indica que el 62 % de la población adulta adquiere antibióticos sin prescripción (Sección “Mecanismos biológicos y factores de riesgo”) y, simultáneamente, que el 28 % de los ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias están asociados a bacterias resistentes (Sección “Impacto epidemiológico en Bolivia”). La relación causal implícita es que el uso indiscriminado y erróneo de antibióticos favorece la selección y diseminación de cepas resistentes, lo que se refleja en el elevado porcentaje de internaciones por infecciones resistentes.

**Pregunta 17: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué consecuencia se puede deducir si se amplía el uso de diagnósticos rápidos basados en PCR en los hospitales bolivianos?**

**Sustento**

El artículo indica que la incorporación de diagnósticos rápidos basados en PCR en el Hospital Universitario de La Paz redujo la prescripción empírica en un 40 % y permitió tratamientos más dirigidos. Inferir que una ampliación de esa práctica mantendría la tendencia implica que la prescripción empírica seguirá disminuyendo, lo cual atenúa la presión selectiva que favorece la selección de cepas resistentes.

**Pregunta 18: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál es la conclusión más razonable respecto a cómo los factores de riesgo identificados inciden en el elevado costo económico de la resistencia a los antibióticos en Bolivia?**

**Sustento**

El artículo señala que la automedicación, el uso de antibióticos en la ganadería y la falta de diagnóstico rápido son factores que facilitan la diseminación de bacterias resistentes (sección “Mecanismos biológicos y factores de riesgo”). Además, en la sección “Impacto epidemiológico” se indica que la resistencia incrementa los ingresos hospitalarios y, según el BID (2022), el tratamiento de infecciones resistentes eleva los costos hospitalarios a aproximadamente US\$55 millones al año.

**Pregunta 19: De acuerdo con el texto, ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la diferencia implícita entre el impacto observado de las campañas de educación comunitaria y el de la Ley de Uso Responsable de Antibióticos en la reducción de la automedicación?**

**Sustento**

El texto indica que la campaña en el Departamento de Potosí logró una reducción del 30 % en la compra automática de antibióticos (“una campaña piloto alcanzó a 8 000 estudiantes..., logrando una reducción del 30 % en la compra automática de antibióticos en farmacias locales”). En contraste, la Ley de Uso Responsable de Antibióticos fue aprobada en 2022 y se describe sus requisitos (exigir receta, limitar uso en agropecuaria) pero no se menciona todavía ningún resultado cuantitativo, por lo que no se dispone de evidencia de su impacto.

**Pregunta 20: Según el artículo, en el contexto boliviano, ¿cuál es la conclusión lógica respecto al papel del monitoreo ambiental en la lucha contra la resistencia a los antibióticos?**

**Sustento**

En la sección “Enfoque One Health (Una Salud)” se menciona que el Ministerio de Medio Ambiente y Salud ha lanzado proyectos de vigilancia de resistencia en fuentes de agua y granjas avícolas, con el objetivo de prevenir la propagación de genes de resistencia en ecosistemas acuáticos que pueden regresar a la cadena alimentaria humana. Esta conclusión integra la información sobre la interconexión entre salud humana, animal y ambiental, y la necesidad de monitorear los residuos de antibióticos en el agua como medida preventiva.

**Pregunta 21: La lectura del texto permite identificar que, a partir de los ejemplos de la Ley de Uso Responsable de Antibióticos, los programas de educación comunitaria y la incorporación de diagnósticos rápidos basados en PCR, el principio general que subyace a las soluciones emergentes contra la resistencia en Bolivia es:**

**Sustento**

El artículo describe tres tipos de iniciativas emergentes: la Ley de Uso Responsable (regulación), los programas de educación comunitaria (educación) y los diagnósticos rápidos basados en PCR (tecnología). En la sección de

Soluciones emergentes se enfatiza que la combinación de estas medidas busca reducir la presión selectiva y la propagación de cepas resistentes.

**Pregunta 22: El argumento del autor muestra que la Ley de Uso Responsable de Antibióticos reducirá a la mitad la proporción de ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias asociadas a bacterias resistentes, se puede considerar que:**

**Sustento**

El artículo describe la Ley de Uso Responsable de Antibióticos y menciona su objetivo de restringir la dispensación sin receta, no proporciona datos cuantitativos que demuestren una reducción del 50 % en los ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias. Los datos estadísticos citados (28 % de ingresos por bacterias resistentes, 62 % de automedicación, reducción del 30 % en compras automáticas tras una campaña educativa) no se vinculan directamente a un efecto específico de la ley. Por lo tanto, el argumento de que la ley reducirá a la mitad esos ingresos carece de respaldo empírico en el texto.

**Pregunta 23: De acuerdo con el texto, ¿cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor una implicación social sobre la resistencia a los antibióticos en Bolivia que surge de la combinación de la automedicación y la falta de diagnóstico rápido?**

**Sustento**

El artículo menciona dos aspectos: (1) el alto porcentaje de adultos que se automedican y compran antibióticos sin receta (62 % según la Universidad Mayor de San Andrés, 2022) y (2) la limitación de diagnósticos microbianos que lleva a prescripciones empíricas. Ambos factores se asocian a mayores tasas de infecciones resistentes, lo que, como se menciona en la sección de impacto epidemiológico, eleva los costos hospitalarios (US\$ 55 millones al año) y afecta especialmente a poblaciones vulnerables, ampliando la desigualdad en salud.

**Pregunta 24: La lectura del texto permite identificar que la afirmación de que los programas de educación comunitaria, por sí solos, son suficientes para reducir significativamente la resistencia a los antibióticos en Bolivia, carece de validez porque:**

**Sustento**

El artículo menciona que, aunque la educación comunitaria ha generado una reducción del 30 % en la compra automática de antibióticos en una campaña piloto, también describe otras iniciativas esenciales: la Ley de Uso Responsable de Antibióticos, el registro nacional de resistencia, la terapia con fagos y los diagnósticos rápidos basados en PCR. En la sección “Soluciones emergentes y perspectivas de futuro” se enfatiza que solo un enfoque integrado bajo la perspectiva One Health permitirá contener la propagación de la resistencia. Por lo tanto, afirmar que la educación por sí sola es suficiente no está respaldado por el texto.

**Pregunta 25: Considerando lo mencionado en el texto, ¿cuáles son las principales implicaciones éticas que surgen del uso indiscriminado de antibióticos desde la década de 1940 hasta la actualidad en Bolivia?**

**Sustento**

El texto describe que la resistencia en Bolivia se ha incrementado por la automedicación, el uso de antibióticos en la agropecuaria y la falta de diagnóstico, y señala que la solución requiere una combinación de regulación (Ley de Uso Responsable de Antibióticos) y programas de educación comunitaria dirigidos a diferentes actores (párrafos de “Fortalecimiento de la política sanitaria” y “Programas de educación comunitaria”). Esto implica una responsabilidad compartida que debe abordarse bajo los principios éticos de justicia (equidad en el acceso y uso responsable) y beneficencia (preservar la efectividad de los tratamientos).

**Pregunta 26: De acuerdo con el texto, ¿cuál sería la principal consecuencia social esperada, si la Ley de Uso Responsable de Antibióticos se aplica de forma eficaz?**

**Sustento**

El texto indica que la Ley de Uso Responsable de Antibióticos obliga a exigir receta médica y limita el uso en la agropecuaria, medidas dirigidas a frenar la automedicación y la compra sin receta, principales factores de riesgo descritos (párrafo de Mecanismos biológicos y factores de riesgo). Al reducir esos comportamientos se espera disminuir la difusión de bacterias resistentes y, por ende, la carga sobre el sistema de salud, una consecuencia social explícita.

**Pregunta 27: Del análisis presentado en el artículo se desprende que, respecto a la terapia basada en bacteriófagos, la principal limitación que podría dificultar su adopción a nivel nacional es:**

**Sustento**

El artículo describe la terapia basada en bacteriófagos como una “área de mayor promesa” y menciona que el Instituto Nacional de Salud está realizando “ensayos clínicos de un cóctel de fagos... Los resultados preliminares muestran una tasa de curación del 85 %”. No se indica que el método esté ya disponible en el sistema de salud ni que exista una regulación establecida; se subraya que está “en fase experimental”. Por lo tanto, la limitación principal es su carácter todavía experimental y la falta de disponibilidad comercial.

**Pregunta 28: De acuerdo con el texto, ¿cuál sería la forma más adecuada de trasladar el enfoque One Health al contexto histórico de la década de 1960, cuando el uso de antibióticos comenzó a expandirse masivamente en Bolivia, para prevenir la actual resistencia?**

**Sustento**

La definición de One Health expuesta en el artículo: “el concepto One Health reconoce la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental” y propone una vigilancia integrada que abarque hospitales, ganadería y ecosistemas acuáticos. Aplicar este tipo de monitoreo durante la expansión masiva de antibióticos en los años 60 habría permitido detectar precozmente la aparición de genes de resistencia y ajustar las políticas de uso, reduciendo la selección de cepas resistentes.

**Pregunta 29: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué tan válido es el argumento de que las campañas de educación sanitaria en escuelas son suficientes para resolver el problema de la resistencia a los antibióticos en Bolivia?**

**Sustento**

El texto reconoce que la campaña piloto en Potosí redujo la compra automática de antibióticos en un 30 %, lo que evidencia un efecto positivo de la educación, pero también subraya que la resistencia a los antibióticos es un problema multifactorial que necesita, además, políticas regulatorias más estrictas, vigilancia nacional y tecnologías emergentes como la terapia con fagos y diagnósticos rápidos. Por lo tanto, el argumento de que la educación sola es suficiente es débil.

**Pregunta 30:** El artículo señala que la terapia basada en bacteriófagos es una solución emergente eficaz para combatir la resistencia a los antibióticos en Bolivia; ¿qué tan válido es el argumento del autor respecto a esta afirmación?

**Sustento**

El artículo menciona que el Instituto Nacional de Salud está realizando ensayos clínicos de un cóctel de fagos contra E. coli productora de BLEE, reportando una tasa de curación del 85 % y ausencia de efectos colaterales típicos. Sin embargo, también indica que estos resultados son preliminares, lo que implica que la evidencia todavía es limitada y que se necesitan investigaciones más extensas para validar la terapia como solución definitiva.



## Gestión sostenible de los recursos hídricos frente al retroceso de los glaciares del Altiplano boliviano

### Resumen

El sector andino de Bolivia alberga la mayor concentración de glaciares de Sudamérica fuera de la zona polar. En las últimas cinco décadas, la superficie glaciar ha disminuido aproximadamente un 40 %, una tendencia que amenaza la disponibilidad de agua para la agricultura, el consumo urbano y la generación de energía hidroeléctrica. Este artículo revisa los procesos físicos que originan el retroceso glaciar, analiza las consecuencias hidrológicas y sociales en la cuenca del Río Desaguadero y el Salar de Uyuni, y propone estrategias de gestión sostenible basadas en la adaptación comunitaria, la planificación integrada de cuencas y la mitigación del cambio climático. Se presentan datos climáticos actualizados, se explican conceptos como balance de masa glaciar y huella hídrica, y se discuten casos de éxito regionales que pueden servir de modelo para políticas a largo plazo en Bolivia y en la región latinoamericana.

### Introducción

Los glaciares de alta montaña son reservorios críticos de agua dulce que liberan su contenido de forma gradual durante la estación seca, amortiguando la variabilidad climática. En Bolivia, la zona del Altiplano —que comprende departamentos como Potosí, Oruro y La Paz— depende de más de 200 glaciares distribuidos sobre picos que superan los 5 000 m s.n.m. (sobre el nivel del mar). Sin embargo, el aumento de la temperatura media anual, medido en más de 0,3 °C por década desde la década de 1980, ha inducido un retroceso significativo de la línea de nieve y una reducción del volumen glaciar. Este fenómeno no solo constituye una señal clara del cambio climático global, sino que también plantea retos para la seguridad hídrica de millones de personas que habitan la cuenca del desaguadero y zonas circundantes.

El presente artículo se propone describir, de forma accesible para lectores jóvenes, los mecanismos físicos del retroceso glaciar, sus repercusiones en la disponibilidad de agua y en los sistemas productivos locales, y la manera en que la gestión sostenible de recursos hídricos puede aportar a la resiliencia a largo plazo. Se utilizan ejemplos concretos del contexto boliviano y se incorporan datos de fuentes

oficiales y de la literatura científica reciente.

### Desarrollo

#### 1. Dinámica glaciar y causas del retroceso

Los glaciares se forman cuando la acumulación de nieve supera su fusión durante varios años. El balance de masa glaciar, que determina si un glaciar avanza o retrocede, se expresa mediante la ecuación simplificada:

$$B = C - M$$

donde B es el balance neto, C la acumulación de nieve (principalmente en invierno) y M la fusión de hielo (principalmente en verano). Cuando B es negativo, el glaciar pierde masa y su terminus (extremo final) retrocede.

En el Altiplano, los factores que han intensificado M son dos: el aumento de la temperatura del aire y la disminución de la nevada. Según el Instituto Nacional de Lucha contra la Desertificación (INLDE), la temperatura media anual en la región de La Paz ha subido 1,2 °C entre 1970 y 2020, mientras que la precipitación invernal ha disminuido un 15 % en promedio. Estas variaciones alteran la relación de equilibrio, convirtiendo a la mayor parte de los glaciares en sistemas con B negativo.

Los estudios de satélite del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y del Programa de Observación de la Tierra de la NASA indican que la superficie glaciar boliviana pasó de aproximadamente 1 250 km<sup>2</sup> en 1970 a 730 km<sup>2</sup> en 2020, una reducción del 40 % en cincuenta años. El caso emblemático del *Nevado Illimani* muestra una pérdida de 17 % de su área glaciar entre 2000 y 2019, lo que se traduce en una disminución de unos 2 000 hm<sup>3</sup> (hectómetros cúbicos) de agua almacenada.

#### 2. Consecuencias hidrológicas y sociales del retroceso

El aporte de los glaciares al caudal de los ríos del Altiplano se concentra principalmente durante la estación seca (abril-octubre). En la cuenca del Río Desaguadero, que drena el Salar de Uyuni, los glaciares aportan entre el 20 % y el 30 % del caudal medio anual. La reducción de este aporte afecta directamente la disponibilidad de

agua para la agricultura de riego, la extracción de sal y el consumo doméstico de comunidades como Oruro, Cochabamba el Altiplano.

Un indicador útil para comprender la magnitud del impacto es la huella hídrica de los cultivos locales. Por ejemplo, la quinua, cultivo de gran importancia económica y cultural en la región, requiere alrededor de 1 500 m<sup>3</sup> de agua por tonelada cosechada. Con la disminución de los caudales glaciales, los agricultores han reportado una reducción del 25 % en la superficie cultivable durante los últimos diez años, según la Comisión Nacional de Zonas Vulnerables (CONZV).

Además, la escasez hídrica ha intensificado conflictos por el uso del agua entre agricultores, industrias mineras y comunidades indígenas. En la zona de *Sajama*, la falta de agua ha forzado la migración de familias campesinas hacia ciudades como La Paz y Santa Cruz, exacerbando la presión urbana sobre recursos hídricos ya limitados.

### 3. Estrategias de gestión sostenible y adaptación a largo plazo

Frente a este escenario, la planificación integrada de cuencas (PIC) emerge como una herramienta esencial. La PIC busca coordinar a todos los usuarios del agua—agricultores, gobiernos locales, compañías mineras y la sociedad civil—para equilibrar la oferta y la demanda, considerando tanto la variabilidad climática como los cambios estructurales.

Una iniciativa pionera en Bolivia es el Programa de Gestión de Cuencas del Río Desaguadero, impulsado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) en colaboración con la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). Este programa combina monitoreo de glaciares mediante imágenes satelitales, mediciones de caudales en tiempo real y la implementación de sistemas de riego tecnificado que reducen el consumo de agua en un 30 % mediante técnicas de riego por goteo.

Otro componente clave es la reforestación de zonas altoandinas, que favorece la captura de humedad atmosférica y aumenta la infiltración del suelo, retardando la escorrentía rápida que agota los acuíferos. Proyectos como *Bosques Andinos para el Agua* han plantado más de

1,5 millones de árboles nativos en áreas de captación, generando un aumento del 12 % en la recarga de acuíferos según estudios del Servicio Solar Boliviano (SSB).

La mitigación del cambio climático a nivel nacional también constituye una pieza fundamental. Bolivia se ha comprometido, bajo el Acuerdo de París, a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 30 % para 2030, con énfasis en la transición a energías renovables y la disminución de la dependencia de la minería de carbón. La generación hidroeléctrica, que se beneficia directamente de los recursos hídricos de los glaciares, ha crecido un 45 % entre 2015 y 2022, aportando a la diversificación energética y a la reducción de emisiones.

Finalmente, la educación y la participación ciudadana son esenciales para asegurar la sostenibilidad a largo plazo. Programas de sensibilización escolar, como el proyecto *Agua y Vida* en colegios de Potosí, incorporan módulos sobre el ciclo del agua, el impacto del cambio climático y la importancia de la conservación de los glaciares, fomentando una cultura de gestión responsable entre los jóvenes.

### Conclusiones

El retroceso de los glaciares del Altiplano boliviano es una manifestación visible del calentamiento global y tiene consecuencias directas sobre la disponibilidad de agua para la agricultura, la industria y el consumo urbano. La pérdida de masa glaciar reduce el aporte secoestacional de caudales, incrementa la vulnerabilidad hídrica y desencadena conflictos socioeconómicos. Sin embargo, la adopción de estrategias de gestión sostenible—como la planificación integrada de cuencas, la tecnificación del riego, la reforestación de áreas altoandinas y la transición a una matriz energética más limpia—puede mitigar estos efectos y fortalecer la resiliencia de las comunidades. La participación activa de la sociedad civil, la inversión en monitoreo científico y la educación ambiental son pilares indispensables para asegurar que las futuras generaciones bolivianas cuenten con recursos hídricos suficientes y que los glaciares, aunque disminuidos, continúen cumpliendo su función de reguladores del ciclo del agua en la región.

### Referencias bibliográficas

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Sixth Assessment Report*. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/ar6-wg1/>
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). (2022). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2022-2030*. La Paz: Gobierno de Bolivia.
- Instituto Nacional de Lucha contra la Desertificación (INLDE). (2020). *Monitoreo de la evolución glacial en el Altiplano boliviano 1970-2020*. La Paz: INLDE.
- Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). (2021). *Global Glacier Change Monitoring Project*. Recuperado de <https://www.usgs.gov/center-news/global-glacier-change-monitoring-project>
- Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). (2023). *Resultados preliminares del Programa de Gestión de Cuencas del Río Desaguadero*. La Paz: UMSA.
  - a) **[Incorrecta]** Sistemas de riego tecnificado, desarrollo de energía nuclear y educación ambiental.
  - b) **[Correcta]** Planificación integrada de cuencas, sistemas de riego tecnificado, reforestación de zonas altoandinas y educación y participación ciudadana.
  - c) **[Incorrecta]** Monitoreo satelital de glaciares, expansión de la minería de carbón y construcción de presas hidroeléctricas.

**Pregunta 1: El artículo señala que, para enfrentar la escasez hídrica en la cuenca del Río Desaguadero, se llevaron a cabo una serie de acciones encadenadas. ¿Cuál es el orden correcto de los actores involucrados, desde la fase de monitoreo de los glaciares hasta la de reforestación de zonas alto andinas?**

#### Sustento

El texto describe primero el monitoreo de glaciares mediante imágenes satelitales de USGS y NASA, luego la puesta en marcha del Programa de Gestión de Cuencas del Río Desaguadero impulsado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua en colaboración con la Universidad Mayor de San Andrés, y finalmente la reforestación de zonas alto andinas ejecutada por el Servicio Solar Boliviano a través del proyecto Bosques Andinos para el Agua.

**Pregunta 2: Según el artículo, ¿en qué orden se describen las acciones que contribuyen a mitigar las implicaciones económicas del retroceso glaciar en la cuenca del Río Desaguadero?**

#### Sustento

El artículo, en la sección '3. Estrategias de gestión sostenible y adaptación a largo plazo', primero presenta la planificación integrada de cuencas (PIC) como herramienta esencial, después describe la reforestación de zonas altoandinas como un componente clave, y finalmente menciona la mitigación del cambio climático a nivel nacional, incluyendo la expansión de la generación hidroeléctrica, como paso posterior.

**Pregunta 3: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuáles son los dos factores principales que han intensificado la fusión glaciar (M) en el Altiplano boliviano?**

#### Sustento

El artículo indica claramente que "los factores que han intensificado M son dos: el aumento de la temperatura del aire y la disminución de la nevada".

**Pregunta 4: El artículo señala que la planificación integrada de cuencas (PIC) busca coordinar a los siguientes usuarios del agua, ¿cuáles son?**

**Sustento**

En la sección 'Estrategias de gestión sostenible y adaptación a largo plazo' se indica que la planificación integrada de cuencas (PIC) "busca coordinar a todos los usuarios del agua—agricultores, gobiernos locales, compañías mineras y la sociedad civil.

**Pregunta 5: De acuerdo con el texto, ¿cuáles son los sectores económicos que se ven afectados directamente por la reducción del aporte glaciar en la cuenca del Río Desaguadero?**

**Sustento**

En la sección 'Consecuencias hidrológicas y sociales del retroceso' se menciona que la disminución del aporte glaciar afecta la agricultura de riego (quinua), la extracción de sal del Salar de Uyuni y el consumo doméstico en ciudades como Oruro y La Paz. Además, en el apartado de 'Estrategias de gestión sostenible' se indica que la generación hidroeléctrica ha crecido un 45 % entre 2015 y 2022, lo que la vincula directamente al recurso hídrico glaciar. La industria minera también se menciona como uno de los actores involucrados en los conflictos por el agua.

**Pregunta 6: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cómo define el artículo la Planificación Integrada de Cuencas (PIC)?**

**Sustento**

El artículo describe la Planificación Integrada de Cuencas (PIC) como 'una herramienta esencial' que 'busca coordinar a todos los usuarios del agua—agricultores, gobiernos locales, compañías mineras y la sociedad civil— para equilibrar la oferta y la demanda, considerando tanto la variabilidad climática como los cambios estructurales.'

**Pregunta 7: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿qué consecuencia se puede deducir de la disminución del aporte glaciar al caudal del Río Desaguadero?**

**Sustento**

El artículo indica que los glaciares aportan entre el 20 % y el 30 % del caudal medio anual del Río Desaguadero y que la reducción de este aporte afecta la disponibilidad de agua para agricultura y consumo (párrafo 2 de Consecuencias hidrológicas). Además, señala que "la escasez hídrica ha intensificado conflictos por el uso del agua entre agricultores, industrias mineras y comunidades indígenas". Inferimos que la disminución del aporte glaciar es la causa subyacente del aumento de los conflictos.

**Pregunta 8: De acuerdo con el texto, si la reducción de la superficie glaciar del Altiplano continúa y no se refuerzan significativamente las medidas de planificación integrada de cuencas, ¿qué es probable que ocurra con la disponibilidad de agua para la agricultura en la cuenca del Río Desaguadero durante los próximos diez años?**

**Sustento**

El artículo indica que los glaciares aportan entre el 20 % y el 30 % del caudal medio anual del Río Desaguadero y que la reducción de este aporte ya ha causado una disminución del 25 % en la superficie cultivable durante la última década. Además, se señala que, sin la intensificación de la planificación integrada de cuencas y otras

medidas de adaptación, la tendencia de pérdida glaciar continuará, lo que implicará una menor disponibilidad de agua para riego y, por ende, una mayor reducción de la superficie agrícola.

**Pregunta 9: Del análisis presentado se desprende que, comparando los datos estadísticos del artículo, la reducción porcentual de la superficie glaciar entre 1970 y 2020 es:**

**Sustento**

El texto indica que la superficie glaciar pasó de 1 250 km<sup>2</sup> en 1970 a 730 km<sup>2</sup> en 2020, lo que representa una reducción del 40 % en cincuenta años. Asimismo, menciona que los agricultores han reportado una reducción del 25 % en la superficie cultivable de quinua durante los últimos diez años. Al comparar ambos porcentajes, la pérdida glaciar (40 %) es mayor que la pérdida de superficie cultivable (25 %).

**Pregunta 10: Del análisis presentado se desprende que, para enfrentar el retroceso glaciar y sus impactos hídricos, el principio general que se debe aplicar respecto a los actores involucrados es:**

**Sustento**

El artículo describe varias iniciativas donde actúan el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, la Universidad Mayor de San Andrés, organizaciones comunitarias y proyectos de reforestación, resaltando la planificación integrada de cuencas como una herramienta que requiere la coordinación de gobiernos, academia y comunidades. Esta colaboración es presentada como esencial para la resiliencia hídrica.

**Pregunta 11: Del análisis presentado se desprende que, ante la reducción del aporte glaciar al caudal del Río Desaguadero y sus repercusiones sobre la agricultura y el consumo urbano, la tendencia general es que la dependencia de fuentes de agua no glaciares debe incrementarse mediante...**

**Sustento**

El artículo destaca que la planificación integrada de cuencas (PIC) es la herramienta esencial para coordinar a agricultores, gobiernos, minería y sociedad civil, buscando equilibrar oferta y demanda de agua ante la disminución del aporte glaciar. Se menciona el Programa de Gestión de Cuencas del Río Desaguadero, que combina monitoreo satelital y riego por goteo, logrando una reducción del consumo de agua en un 30%, evidenciando que la combinación de gestión integrada y riego eficiente es la estrategia principal para mitigar la escasez.

**Pregunta 12: Del análisis presentado se desprende que, al comparar el impacto estimado de la reforestación de zonas altoandinas con el de la tecnificación de riego en la mitigación de la escasez hídrica, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?**

**Sustento**

El texto indica que la tecnificación de riego mediante sistemas de riego por goteo “reduce el consumo de agua en un 30 %” y que el proyecto Bosques Andinos para el Agua “generando un aumento del 12 % en la recarga de acuíferos”. Estas dos cifras permiten comparar directamente ambos efectos, mostrando que la reducción del consumo de agua (30 %) es mayor que el aumento de recarga de acuíferos (12 %).

**Pregunta 13: Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es el propósito fundamental de implementar la Planificación Integrada de Cuencas (PIC) en la gestión del retroceso glaciar del Altiplano boliviano?**

**Sustento**

El texto describe la PIC como una herramienta esencial que “busca coordinar a todos los usuarios del agua—agricultores, gobiernos locales, compañías mineras y la sociedad civil—para equilibrar la oferta y la demanda, considerando tanto la variabilidad climática como los cambios estructurales”.

**Pregunta 14: Del análisis presentado se desprende que la adopción de la planificación integrada de cuencas (PIC) en la cuenca del Río Desaguadero tendrá como consecuencia probable:**

**Sustento**

El texto indica que la planificación integrada de cuencas (PIC) busca “coordinar a todos los usuarios del agua—agricultores, gobiernos locales, compañías mineras y la sociedad civil—para equilibrar la oferta y la demanda” (sección 3). Además, en la sección 2 se describe que la escasez hídrica ha “intensificado conflictos por el uso del agua entre agricultores, industrias mineras y comunidades indígenas”. Al inferir que la coordinación y el balance que proporciona la PIC mitigan la escasez percibida, se deduce que los conflictos disminuyen.

**Pregunta 15: Basándose en la información proporcionada, ¿qué principio general se puede extraer sobre la manera en que la gestión del agua debe responder al retroceso de los glaciares en el Altiplano?**

**Sustento**

El artículo indica que la planificación integrada de cuencas (PIC) coordina a agricultores, gobiernos, industrias y la sociedad civil, y que el Programa de Gestión de Cuencas del Río Desaguadero incorpora monitoreo satelital, mediciones de caudales en tiempo real y riego por goteo que reduce el consumo de agua en un 30 %. Además, se menciona que la reforestación de zonas altoandinas ha aumentado la recarga de acuíferos en un 12 %. Estas tres acciones combinadas constituyen el principio general de que una gestión integrada y multifacética es esencial para compensar la pérdida de aporte glacial.

**Pregunta 16: La lectura del texto permite identificar que, considerando la reducción del aporte glaciar al caudal seco estacional y la implementación del sistema de riego por goteo que disminuye el consumo de agua en un 30 %, la combinación de ambos factores probablemente resultará en...**

**Sustento**

El texto indica que la reducción del aporte glaciar ha mermado el caudal seco estacional, afectando la disponibilidad hídrica para la agricultura (se menciona una reducción del 25 % de la superficie cultivable). Paralelamente, se señala que el programa de riego por goteo reduce el consumo de agua en un 30 %. Al combinar ambos hechos, se infiere que el ahorro generado por el riego tecnificado puede compensar, al menos parcialmente, la pérdida de agua proveniente de los glaciares, originando una mejora neta en la disponibilidad de agua para la agricultura.

**Pregunta 17: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál es la diferencia esencial entre la intervención de riego tecnificado y la de reforestación en la gestión sostenible del agua en la cuenca del Río Desaguadero?**

**Sustento**

En la descripción de las dos estrategias en el apartado 3 del artículo. El Programa de Gestión de Cuencas del Río Desaguadero incluye sistemas de riego tecnificado que reducen el consumo de agua en un 30 % mediante

riego por goteo. Por otro lado, el proyecto 'Bosques Andinos para el Agua' ha logrado un aumento del 12 % en la recarga de acuíferos gracias a la reforestación de zonas altoandinas. Así, una medida actúa sobre la demanda (riegos) y la otra sobre la oferta (recarga).

**Pregunta 18: Según el artículo, ¿qué es probable que ocurra si la tendencia de retroceso glaciar observada en los últimos cincuenta años continúa sin que se amplíen las medidas de gestión sostenible?**

#### **Sustento**

El artículo indica que los glaciares aportan entre el 20 % y el 30 % del caudal medio anual del Río Desaguadero y que la superficie glaciar ha disminuido un 40 % en cincuenta años. Si la tasa de retroceso observada persiste, la masa glaciar seguirá reduciéndose, lo que disminuirá la cantidad de agua de deshielo disponible durante la estación seca. Dado este escenario, es razonable inferir que la contribución glaciar podría caer por debajo del 10 % del caudal total, aumentando la vulnerabilidad hídrica y, conforme se describe en el texto, generando mayores conflictos por el uso del agua entre los distintos usuarios.

**Pregunta 19: De acuerdo con el texto, ¿cuál de las siguientes situaciones es una consecuencia probable a mediano plazo de la continua disminución del aporte de agua glaciar a la cuenca del Río Desaguadero?**

#### **Sustento**

El artículo indica que los glaciares aportan entre el 20 % y el 30 % del caudal medio anual del Río Desaguadero, y que la generación hidroeléctrica se ha beneficiado de estos aportes, mostrando un crecimiento del 45 % entre 2015 y 2022. Dado que la tendencia de retroceso glaciar continuará reduciendo el aporte de agua durante la estación seca, se infiere que la disponibilidad de caudales para la generación hidroeléctrica disminuirá, limitando la producción de energía y aumentando la necesidad de fuentes no renovables.

**Pregunta 20: Según el artículo, ¿cuál de las siguientes medidas muestra el mayor efecto porcentual estimado para mitigar la escasez hídrica en la cuenca del Río Desaguadero?**

#### **Sustento**

El texto indica que la tecnificación del riego reduce el consumo de agua en un 30 % (sección 3), mientras que la reforestación genera un aumento del 12 % en la recarga de acuíferos (sección 3) y el crecimiento de la generación hidroeléctrica del 45 % se refiere a energía, no a un ahorro directo de agua. Los programas de educación, aunque importantes, no aportan un dato porcentual.

**Pregunta 21: De acuerdo con el texto, ¿qué es probable que ocurra si la tendencia de retroceso glaciar observada en las últimas cinco décadas continúa durante los próximos diez años?**

#### **Sustento**

El artículo indica que la superficie glaciar ha disminuido un 40 % en cincuenta años y que los glaciares aportan entre el 20 % y el 30 % del caudal medio anual del Río Desaguadero. Además, se menciona que el balance de masa glaciar es negativo y que tanto el aumento de la temperatura como la disminución de la nevada continúan. Si esas tendencias persisten, la proporción de aporte glaciar al caudal probablemente bajará aún más, pudiendo caer bajo el 15 % en la próxima década, lo que incrementaría la vulnerabilidad hídrica para la agricultura y el consumo urbano.

**Pregunta 22:** La lectura del texto permite identificar que, para mitigar la pérdida de aportes hídricos glaciares en la cuenca del Río Desaguadero, se propone la reforestación de zonas altoandinas. Si se quisiera trasladar esta estrategia al contexto histórico de la cuenca del río Santa en Perú durante la década de 1990, ¿qué medida sería la más adecuada según los principios expuestos en el artículo?

**Sustento**

El artículo describe la reforestación de zonas altoandinas como un componente clave de la gestión sostenible: se menciona que proyectos como 'Bosques Andinos para el Agua' plantaron más de 1,5 millones de árboles nativos, lo que generó un aumento del 12 % en la recarga de acuíferos al favorecer la captura de humedad atmosférica. Trasladar esa misma lógica a la cuenca del río Santa en los años 90 implicaría usar especies nativas de alta montaña para los mismos efectos. Las demás opciones no reflejan el enfoque del texto: la plantación de especies exóticas no está contemplada y podría disminuir la eficiencia hídrica; la construcción de presas corresponde a una estrategia de almacenamiento que no está vinculada a la reforestación descrita; y el riego por inundación contraviene la tecnificación del riego por goteo que busca reducir el consumo de agua, no aumentarlo.

**Pregunta 23:** Basándose en la información proporcionada, ¿cuál es la limitación más significativa del enfoque de planificación integrada de cuencas (PIC) descrito en el artículo?

**Sustento**

El artículo destaca que la PIC busca coordinar a agricultores, gobiernos, mineras y la sociedad civil, pero implica una cooperación institucional permanente y recursos para monitoreo y riego tecnificado. No se menciona que esta coordinación sea automática; por ello, la necesidad de una gestión interinstitucional constante y de financiamiento estable se presenta como la limitación más crítica.

**Pregunta 24:** La lectura del texto permite identificar que la perspectiva futura más clara para garantizar la sostenibilidad hídrica en el Altiplano boliviano es:

**Sustento**

El artículo señala en la sección 3 que "la planificación integrada de cuencas (PIC) emerge como una herramienta esencial" para abordar la escasez hídrica, al coordinar a agricultores, gobiernos, minería y sociedad civil y al contemplar tanto la variabilidad climática como los cambios estructurales.

**Pregunta 25:** El artículo señala que, a diferencia de la visión común de depender principalmente de la extracción de agua subterránea para afrontar la escasez hídrica en el Altiplano, la estrategia futura enfatiza la gestión integrada, la reforestación y la transición energética. ¿Cuál de las siguientes opciones refleja adecuadamente esa perspectiva del texto?

**Sustento**

El artículo, en la sección 3 de desarrollo, describe la combinación de planificación integrada de cuencas (PIC), reforestación de zonas altoandinas que aumentó en un 12 % la recarga de acuíferos, y la transición a energías renovables como pilares de la gestión sostenible. Además, menciona que el Programa de Gestión de Cuencas del Río Desaguadero incluye riego tecnificado que reduce el consumo de agua en un 30 %, lo que disminuye la necesidad de bombeo subterráneo.

**Pregunta 26: Basándose en la información proporcionada, ¿qué perspectiva ambiental importante no es considerada en el análisis del autor sobre la gestión sostenible de los recursos hídricos del Altiplano?**

#### **Sustento**

El texto describe detalladamente la reforestación, la contribución del deshielo al caudal y la creciente demanda agrícola, pero solo menciona la generación hidroeléctrica como una solución sin analizar sus posibles efectos adversos sobre ecosistemas acuáticos o flujos ecológicos. No se discuten, por ejemplo, la fragmentación de hábitats o la alteración de regímenes de caudal que pueden derivarse de la construcción o ampliación de represas, lo que constituye una perspectiva ambiental omitida.

**Pregunta 27: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cómo debería adaptarse la estrategia de planificación integrada de cuencas (PIC) para la cuenca del río Santa en el norte de Perú, considerando sus diferencias climáticas y socioeconómicas respecto a la cuenca del Desaguadero?**

#### **Sustento**

Según el artículo, la planificación integrada de cuencas (PIC) en Bolivia combina monitoreo satelital, riego por goteo que reduce el consumo en un 30 % y reforestación que incrementa la recarga de acuíferos en un 12 %. Al trasladar esta estrategia al río Santa, es necesario adaptar esos componentes a una cuenca donde el aporte glaciar es menor y la precipitación es más estacional; por ello, la respuesta propone priorizar la captación de agua de lluvia y la gestión de embalses, además de mantener los elementos exitosos de monitoreo, riego tecnificado y reforestación, y reforzar la gobernanza indígena, lo cual refleja un análisis crítico y contextualizado.

**Pregunta 28: Según el artículo, ¿qué tipo de evidencia adicional sería necesaria para reforzar de manera convincente la afirmación de que la reforestación de zonas altoandinas incrementa significativamente la recarga de acuíferos en la cuenca del Río Desaguadero?**

#### **Sustento**

El artículo menciona que la reforestación ha generado un aumento del 12 % en la recarga de acuíferos según estudios del Servicio Solar Boliviano, pero no especifica la metodología usada. Para validar robustamente esa afirmación se requerirían series temporales de datos hidrológicos (niveles de agua subterránea) obtenidos tanto en zonas reforestadas como en áreas de referencia sin intervención, lo que permitiría demostrar una relación causal y cuantificar el efecto.

**Pregunta 29: Basándose en la información proporcionada, ¿cómo se contrasta la idea frecuente de que la pérdida de glaciares afecta principalmente al turismo con la realidad descrita en el artículo respecto a los problemas socio económicos del Altiplano boliviano?**

#### **Sustento**

En la sección de consecuencias hidrológicas y sociales se indica que los glaciares aportan entre el 20 % y el 30 % del caudal medio anual del Desaguadero y que su reducción impacta agricultura, extracción de sal, consumo urbano y genera conflictos y migraciones (párrafos bajo el ítem 2).

**Pregunta 30: A partir de lo expuesto en el artículo, ¿cuál de las siguientes afirmaciones resume mejor la implicación ética más relevante que surge al considerar tanto la reducción de consumo hídrico mediante riego tecnificado (30 % de ahorro) como el aumento de la recarga de acuíferos mediante reforestación (12 % de incremento) en el contexto del retroceso glaciar del Altiplano boliviano?**

**Sustento**

El artículo indica que el riego tecnificado reduce el consumo de agua en un 30 % (sección 3) y que la reforestación de zonas altoandinas genera un aumento del 12 % en la recarga de acuíferos (sección 3). Ambas medidas aportan beneficios complementarios: el riego por goteo aborda la necesidad inmediata de agua para la agricultura, mientras que la reforestación mejora la capacidad de infiltración y la resiliencia ecosistémica a largo plazo. El texto subraya que la planificación integrada de cuencas debe coordinar a todos los usuarios y combinar estrategias, lo que implica que una acción aislada no es suficiente desde un punto de vista ético.



**MINISTERIO DE  
EDUCACIÓN**

Av. Arce No. 2147  
Teléfonos: (591.2) 2442144 - 2442074  
La Paz - Bolivia

FORMA PARTE DEL GRUPO EDUCATIVO  
PRESIONANDO EL ÍCONO.

*Educación de calidad, innovadora y abierta al mundo.*

