Ciencia y Educación
(L-ISSN: 2790-8402 E-ISSN: 2707-3378)
Vol. 7 No. 11.1
Edición Especial XI 2026

INTERVENCIONES EDUCATIVAS FRENTE A LA DESINFORMACIÓN CIENTÍFICA EN LA ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA EN BACHILLERATO: REVISIÓN SISTEMÁTICA
EDUCATIONAL INTERVENTIONS ADDRESSING SCIENTIFIC MISINFORMATION IN UPPER-SECONDARY BIOLOGY EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW

Autores: [1]Ivonne Narcisa Morales Coello, [2]Luis Teodoro Zambrano Rodríguez, [3]Hansel Francisco Camacho Vega, y [4]Jessenia Rosario Vela Aguilar.
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-2520-3305
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-1073-6021
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-7386-132X
[4]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-9928-1426
[1]E-mail de contacto: ivonne.morales@educacion.gob.ec
[2]E-mail de contacto: luisinzr2040@gmail.com
[3]E-mail de contacto: hanselcamacho570@outlook.es
[4]E-mail de contacto: jesseniar.vela@docentes.educacion.edu.ec
Afiliación: [1*]Dirección Distrital 12d01 Baba-Babahoyo-Montalvo-Educación, Babahoyo, (Ecuador). [2*]Investigador independiente, (Ecuador). [3*]Unidad Educativa Académica Naval Altamar, Caluma, Bolívar, (Ecuador). [4*]Unidad Educativa 11 de Octubre, Caluma, Bolívar, (Ecuador).
Artículo recibido: 25 de Septiembre del 2026.
Artículo revisado: 7 de Octubre del 2026.
Artículo aprobado: 7 de Octubre del 2026.
[1]Obstetriz, graduada de la Universidad Técnica de Babahoyo, (Ecuador). Magíster en Educación, mención en Pedagogía en Entornos Digitales, graduada de la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador).
[2]Ingeniero en Sistemas Inteligentes, graduado de la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador). Maestrante de la Maestría en Educación de Bachillerato, mención en Matemática, en la Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador).
[3]Licenciado en Pedagogía, Física y Matemática, graduado de la Universidad de Guayaquil, (Ecuador). Maestrante en Gestión Educativa, con mención en Innovación en Dirección de Centros Educativos, en la Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador).
[4]Periodista Profesional, graduada de la Universidad Técnica de Babahoyo, (Ecuador). Licenciada en Comunicación Social, graduada de la Universidad Técnica de Babahoyo, (Ecuador). Magíster en Gestión Educativa, graduada de la Universidad Particular de Especialidades Espíritu Santo, (Ecuador).

Resumen

En Bachillerato, la desinformación sobre contenidos biológicos exige evaluar fuentes, evidencias y consenso científico sin fomentar una desconfianza indiscriminada hacia la ciencia. El presente trabajo se plantea como objetivos evaluar la efectividad, la seguridad educativa y la aplicabilidad de las intervenciones destinadas a mejorar el discernimiento y reducir la aceptación de desinformación científica en la enseñanza de Biología en Bachillerato. Se realizó una revisión sistemática sin metaanálisis de estudios publicados en español o inglés entre el 1 de enero de 2020 y el 30 de diciembre de 2025. Se consultaron ERIC, PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science Core Collection, APA PsycINFO y LILACS. Se incluyeron ensayos aleatorizados, estudios cuasiexperimentales y diseños pretest-postest sobre intervenciones frente a la desinformación científica relacionada con contenidos biológicos en Bachillerato, con grupo comparador o medición basal. Los hallazgos se integraron mediante síntesis narrativa y se evaluó el riesgo de sesgo. Se incluyeron 15 estudios únicos, descritos en 17 informes. Los efectos sobre la evaluación de fuentes, el conocimiento y la aceptación de afirmaciones falsas fueron variables; algunas estrategias también redujeron la valoración de información válida. No se identificó una relación dosis-respuesta ni efectos duraderos consistentes. La heterogeneidad de estrategias, contenidos, formatos, instrumentos y diseños impidió calcular una estimación combinada y redujo la confianza en las conclusiones. Las estrategias que integran conocimiento biológico, consenso científico, especialización, lectura lateral y verificación parecen más prometedoras que las basadas en una sospecha generalizada. Se requieren intervenciones curriculares progresivas, refuerzos planificados y evaluaciones que incluyan afirmaciones verdaderas y falsas, transferencia y seguimiento.

Palabras clave: Desinformación científica, Educación en biología, Alfabetización científica, Estudiantes de bachillerato, Evaluación de fuentes.

Abstract

In upper-secondary education, misinformation about biological topics requires students to evaluate sources, evidence, and scientific consensus without fostering indiscriminate distrust of science. This work aims to evaluate the effectiveness, educational safety, and applicability of interventions intended to improve discernment and reduce acceptance of scientific misinformation in upper-secondary biology education. We conducted a systematic review without meta-analysis of studies published in English or Spanish between January 1, 2020, and December 30, 2025. We searched ERIC, PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science Core Collection, APA PsycINFO, and LILACS. We included randomized trials, quasi-experimental studies, and pretest-posttest designs of interventions addressing scientific misinformation about biological topics among upper-secondary students, with a comparator group or baseline measurement. Findings were integrated through narrative synthesis, and risk of bias was assessed. Fifteen unique studies, described in 17 reports, were included. Effects on source evaluation, knowledge, and acceptance of false claims varied; some strategies also reduced ratings of valid information. No dose-response relationship or consistent durable effects were identified. Heterogeneity in strategies, content, formats, measures, and designs precluded a pooled estimate and reduced confidence in the conclusions. Strategies integrating biological knowledge, scientific consensus, expertise, lateral reading, and verification appear more promising than those based on generalized suspicion. Progressive curricular interventions, planned boosters, and assessments covering true and false claims, transfer, and follow-up are needed.

Keywords: Scientific misinformation, Biology education, Scientific literacy, Upper-secondary Students, Source evaluation.

Sumário

No Ensino Médio, a desinformação sobre conteúdos biológicos exige avaliar fontes, evidências e consenso científico sem promover desconfiança indiscriminada em relação à ciência. Este estudo objetivou avaliar a efetividade, a segurança educacional e a aplicabilidade de intervenções destinadas a aprimorar o discernimento e reduzir a aceitação de desinformação científica no ensino de Biologia. Realizou-se uma revisão sistemática sem metanálise de estudos publicados em espanhol ou inglês entre 1º de janeiro de 2020 e 30 de dezembro de 2025. Consultaram-se ERIC, PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science Core Collection, APA PsycINFO e LILACS. Incluíram-se ensaios randomizados, estudos quase-experimentais e delineamentos pré-teste-pós-teste sobre intervenções contra a desinformação científica relacionada a conteúdos biológicos no Ensino Médio, com grupo comparador ou medida basal. Os achados foram integrados por síntese narrativa, e avaliou-se o risco de viés. Foram incluídos 15 estudos distintos, descritos em 17 publicações. Os efeitos sobre avaliação de fontes, conhecimento e aceitação de afirmações falsas variaram; algumas estratégias também reduziram a credibilidade atribuída a informações válidas. Não se identificou relação dose-resposta, tampouco efeitos duradouros consistentes. A heterogeneidade de estratégias, conteúdos, formatos, instrumentos e delineamentos impediu uma estimativa combinada e reduziu a confiança nas conclusões. Estratégias que integram conhecimento biológico, consenso científico, especialização pertinente, leitura lateral e verificação parecem mais promissoras que aquelas baseadas em suspeita generalizada. São necessárias intervenções curriculares progressivas, atividades planejadas de reforço e avaliações que incluam afirmações verdadeiras e falsas, transferência da aprendizagem e acompanhamento.

Palavras-chave: Desinformação científica, Ensino de biologia, Alfabetização científica, Estudantes do ensino médio, Avaliação de fontes.

Introducción

En esta revisión, la desinformación científica comprende la circulación de afirmaciones falsas, engañosas o descontextualizadas sobre los conocimientos, métodos o instituciones de la ciencia. El análisis distingue la información errónea difundida, sin intención comprobada de engañar, de aquella producida deliberadamente para confundir, aunque el título emplea "desinformación" como categoría operativa amplia. Se excluyen la incertidumbre legítima, el desacuerdo científico fundamentado y las concepciones previas espontáneas, salvo cuando contenidos externos las inducen o refuerzan. Esta delimitación es especialmente relevante para mensajes sobre vacunación, genética, evolución, ecología o cambio climático y amplía la alfabetización científica hacia la evaluación de la comunicación mediática (Höttecke y Allchin, 2020; Osborne y Pimentel, 2023; Scheufele y Krause, 2019; Taylor et al., 2026).

Las revisiones sistemáticas sobre desinformación sanitaria en redes sociales muestran prevalencias variables y una concentración frecuente en vacunación, enfermedades infecciosas, tratamientos y productos de salud. También describen diferencias entre plataformas, formatos y métodos de medición, por lo que no permiten estimar una magnitud única del problema. La susceptibilidad se asocia con factores cognitivos, afectivos, demográficos y de alfabetización, lo que justifica enseñar a valorar fuentes, evidencias y contexto (Gabarron et al., 2021; Nan et al., 2022; Rocha et al., 2023; Suarez y Álvarez, 2021; Wang et al., 2019).

Los metaanálisis y revisiones de intervenciones indican que la refutación, la inoculación, los avisos de exactitud y la alfabetización mediática pueden producir mejoras pequeñas o moderadas, aunque con alta variabilidad entre resultados, diseños y momentos de evaluación. La corrección no siempre elimina la influencia de una falsedad, y una menor credibilidad de contenidos engañosos no garantiza por sí sola una mejor valoración de la información verdadera. Por ello, el discernimiento debe medirse conjuntamente para afirmaciones válidas y falsas (Lu et al., 2023; (Pfänder y Altay, 2025; Smith et al., 2023; Walter y Tukachinsky, 2020). En Bachillerato, el problema no se limita al dominio de conceptos biológicos, pues el alumnado también debe reconocer conflictos de interés, especialización pertinente, consenso científico y credibilidad de las fuentes.

Una intervención con 43 estudiantes de noveno grado mostró mejoras en estas capacidades después de once actividades, aunque su diseño exploratorio careció de grupo de comparación (Pimentel, 2025). En 235 estudiantes de siete centros suecos se observaron avances en la valoración del consenso, las fuentes fiables, los métodos científicos y la revisión por pares, pero progresos más modestos en la comprensión de la incertidumbre y la confianza epistémica (Mellberg et al., 2025). Fuera del área de Biología, la lectura lateral también ha mejorado la evaluación de fuentes en estudiantes de secundaria, aunque su transferencia a contenidos biológicos requiere comprobación específica (Wineburg et al., 2022).

Las respuestas educativas combinan estrategias preventivas y correctivas, como la preexposición preventiva, los textos de refutación, la verificación de hechos, la lectura lateral, la alfabetización disciplinar y los juegos serios. La refutación explícita y la presentación de información correcta antes del contenido falso redujeron concepciones erróneas en población universitaria, una evidencia relevante pero indirecta para Bachillerato (Danielson et al.,

2025). En educación secundaria superior se han comparado la inoculación mediante el juego Bad News, la formación para verificar fuentes y las intervenciones de alfabetización disciplinar en aulas ordinarias (Nygren y Efimova, 2025). Estas propuestas comparten la articulación del conocimiento biológico con la comprensión del consenso, la revisión por pares, la especialización y las prácticas digitales de contrastación, con el fin de promover un discernimiento informado sin generar desconfianza indiscriminada.

La evidencia disponible, no obstante, es escasa y heterogénea: una revisión de alcance identificó trece intervenciones de ciencias para estudiantes de K-12 y constató que pocas se habían evaluado con grupos de control o comparación (Taylor et al., 2026). En un experimento de campo con 2.288 estudiantes italianos, tres intervenciones no mejoraron el discernimiento global; la lectura lateral produjo un efecto indirecto pequeño y la inoculación favoreció un escepticismo generalizado (Martini et al., 2025). Estos resultados desaconsejan asumir que una estrategia eficaz en condiciones controladas conservará sus beneficios al aplicarse a grupos completos, contenidos variados y entornos escolares cotidianos. Además, la ausencia de efectos duraderos a los tres meses señala la necesidad de estudiar el seguimiento, la práctica espaciada y las actividades de refuerzo (Nygren y Efimova, 2025).

Esta revisión sistemática cualitativa tuvo como objetivo analizar la efectividad, la seguridad educativa y la aplicabilidad de las intervenciones frente a la desinformación científica en la enseñanza de Biología en Bachillerato. La pregunta central fue qué efectos produjeron estas intervenciones, frente a la enseñanza habitual, la ausencia de intervención u otra estrategia, sobre el discernimiento y la aceptación de afirmaciones falsas, tanto de forma inmediata como durante el seguimiento. De manera complementaria, se examinaron los contenidos biológicos, los medios digitales, los formatos, la duración, los refuerzos y las condiciones educativas descritas en los estudios. Este enfoque permitió valorar si las estrategias mejoraban la discriminación entre información.

Materiales y Métodos

Una intervención educativa frente a la desinformación científica es una acción planificada que modifica conocimientos, criterios de evaluación o prácticas de verificación ante mensajes científicos. Según su relación temporal con el contenido falso, puede ser preventiva, como la inoculación; correctiva, como la refutación; o evaluativa, como la lectura lateral. Estas estrategias no son equivalentes, porque actúan sobre la susceptibilidad previa, la persistencia de una concepción errónea o la valoración de fuentes y evidencias. Distinguirlas permite comparar sus mecanismos y determinar si producen aprendizaje conceptual, competencia digital, discernimiento de veracidad o cambios generales de confianza.

La inoculación expone anticipadamente al alumnado a una advertencia y a una versión debilitada del argumento engañoso, acompañada de recursos para reconocerlo y rebatirlo. Puede centrarse en una afirmación biológica específica o en técnicas transferibles, como el uso de falsos expertos, conspiraciones, polarización o selección interesada de evidencias. La refutación, en cambio, identifica la afirmación falsa, explica por qué resulta incorrecta y ofrece una alternativa científicamente válida que sustituya el modelo erróneo. Ambas estrategias buscan generar resistencia cognitiva o actualización conceptual, pero requieren comprobar que la corrección favorece el conocimiento válido (Danielson et al., 2025).

La lectura lateral consiste en abandonar provisionalmente la fuente examinada, abrir recursos independientes y contrastar su autoría, reputación, especialización y respaldo institucional. La verificación de hechos añade la descomposición de la afirmación, el rastreo de la evidencia original y la comprobación de su contexto, vigencia y correspondencia. El razonamiento científico en línea integra estas prácticas con el conocimiento disciplinar, la valoración del consenso, los conflictos de interés y la calidad metodológica. Su finalidad no es fomentar una sospecha permanente, sino justificar por qué una fuente o afirmación merece mayor o menor credibilidad (Pimentel, 2025).

El conocimiento declarativo de estos criterios no garantiza su aplicación, por lo que la enseñanza debe incorporar modelado docente, práctica guiada, retroalimentación y autonomía progresiva. Los juegos de inoculación permiten ensayar el reconocimiento de técnicas manipulativas, mientras la alfabetización disciplinar vincula la verificación con problemas auténticos de Biología. Los mecanismos educativos comprenden reconocimiento de señales, detección de conflictos, actualización conceptual, control metacognitivo y selección razonada de fuentes y evidencias. Su transferencia y permanencia pueden depender de la intensidad, la práctica repetida, los ejemplos variados, las actividades de refuerzo y el seguimiento (Nygren y Efimova, 2025).

La medición debe diferenciar la exactitud del juicio de una tendencia general a aceptar o rechazar toda información presentada como científica. La aceptación de afirmaciones falsas puede operacionalizarse mediante valoraciones de veracidad, credibilidad, acuerdo, seguridad o disposición a compartir contenidos engañosos. El discernimiento de veracidad corresponde a la separación entre las puntuaciones asignadas a afirmaciones válidas y falsas, consideradas conjuntamente en el mismo instrumento. Como desenlaces complementarios pueden evaluarse la selección de fuentes, la calidad de la justificación, la conducta de verificación y su mantenimiento inmediato o diferido.

El escepticismo informado es una disposición crítica, provisional y revisable que exige razones sin descartar de forma automática la información procedente de instituciones científicas. La confianza epistémica supone una dependencia condicionada de fuentes y comunidades capaces de producir, revisar y corregir conocimientos mediante procedimientos públicamente evaluables. El alumnado no reproduce toda la investigación, pero puede valorar la especialización, el consenso, la revisión por pares, la transparencia y los posibles conflictos de interés. La confianza informada no implica obediencia ciega, sino una aceptación proporcional a la solidez de las garantías científicas disponibles (Osborne y Pimentel, 2023).

La desconfianza generalizada aparece cuando el alumnado reduce indiscriminadamente la credibilidad de afirmaciones verdaderas y falsas, sin emplear criterios que permitan diferenciarlas. Este efecto puede surgir si la intervención enseña a sospechar de toda comunicación científica, pero no proporciona procedimientos para reconocer fuentes y evidencias justificadas. El resultado deseable combina alta credibilidad de la información válida con baja credibilidad de la falsa; el adverso reduce ambas valoraciones de manera semejante. Por ello, los instrumentos deben incluir contenidos verdaderos y medidas de confianza para detectar beneficios aparentes que encubran escepticismo indiscriminado (Martini et al., 2025). Una reducción de la aceptación de falsedades solo representa mejor discernimiento cuando la valoración de la

información científicamente válida permanece estable o aumenta. Si ambas puntuaciones disminuyen en proporciones semejantes, el cambio refleja un sesgo general de respuesta y no una mayor capacidad de discriminación. Del mismo modo, una mayor confianza subjetiva únicamente es favorable cuando mejora su calibración, y la intención de compartir no equivale necesariamente a creer. La diversidad de escalas, temas, formatos y tareas conductuales dificulta comparar intervenciones y exige interpretar por separado cada desenlace y momento de medición. El conocimiento biológico, la comprensión del consenso y la evaluación de la especialización pueden actuar simultáneamente como mecanismos, condiciones iniciales y moderadores del efecto.

La respuesta educativa también puede variar entre vacunación, genética, evolución, ecología y cambio climático, así como entre titulares, vídeos, redes sociales o publicaciones simuladas. La principal controversia consiste en determinar si el aprendizaje se transfiere a afirmaciones y formatos nuevos y si persiste más allá de la evaluación inmediata. La escasez de evidencia específica de Bachillerato justifica analizar conjuntamente la efectividad, la transferencia, la duración y el riesgo de deteriorar la confianza informada en la ciencia. La figura 1 sintetiza las relaciones entre las estrategias educativas, sus mecanismos, la calibración del juicio y los resultados esperados.

Se llevó a cabo una revisión sistemática sin metaanálisis, informada conforme a las recomendaciones PRISMA 2020 (Page et al., 2021). Se incluyeron estudios con alumnado de Bachillerato o del nivel internacional equivalente; las muestras mixtas se admitieron cuando sus datos pudieron analizarse por separado. Las intervenciones debían abordar desinformación relacionada con contenidos biológicos y compararse con la enseñanza habitual, otra estrategia, ninguna intervención o la medición basal.



Figura 1. *Modelo conceptual de las intervenciones educativas frente a la desinformación científica en la enseñanza de Biología en Bachillerato.*

Fuente: Elaboración propia.

Se consideraron resultados de discernimiento, aceptación de falsedades, evaluación de fuentes, conocimiento, confianza y verificación, tanto inmediatos como durante el seguimiento. Se admitieron ensayos aleatorizados, estudios cuasiexperimentales y diseños pretest-postest con o sin comparador, publicados en español o inglés. Se excluyeron revisiones, protocolos, editoriales, cartas, resúmenes sin información suficiente y estudios ajenos a Bachillerato o sin resultados biológicos diferenciables.

La búsqueda se efectuó el 30 de diciembre de 2025 en ERIC, PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science Core Collection, APA PsycINFO y LILACS. Se limitó al periodo comprendido entre el 1 de enero de 2020 y el 30 de diciembre de 2025, sin filtros automatizados por diseño. Se combinaron descriptores MeSH y DeCS relacionados con la desinformación, la educación, el alumnado y la biología, además de

términos libres adaptados a cada base. Los datos se extrajeron con un formulario estructurado que recogió autor, país, diseño, muestra, contenido biológico, estrategia, comparador, duración, refuerzos, seguimiento, instrumentos y resultados. El riesgo de sesgo se valoró por dominios con criterios adaptados al diseño de cada estudio. La evaluación se realizó de forma independiente y las discrepancias se resolvieron por consenso. La síntesis narrativa se organizó por estrategia educativa, contenido biológico, formato de desinformación, contexto, comparador y momento de evaluación. Los diseños sin comparador se interpretaron por separado, y la lectura de los hallazgos consideró su consistencia, precisión, relación directa con la pregunta y aplicabilidad al Bachillerato.

Resultados y Discusión

El proceso de identificación, cribado, evaluación de elegibilidad e inclusión se documentó conforme a las recomendaciones PRISMA 2020 (Page et al., 2021). La búsqueda identificó 642 registros; después de eliminar 168 duplicados, se examinaron 474 títulos y resúmenes, de los cuales 397 fueron excluidos. Se solicitaron 77 informes, cuatro no pudieron recuperarse y 73 se evaluaron a texto completo; en esta fase se excluyeron 56 por incumplir los criterios establecidos. La revisión incluyó 15 estudios únicos, descritos en 17 informes, y el proceso completo de selección se presenta en la figura 2.

La tabla 1 presenta los dos estudios incluidos que informaron la magnitud y precisión de los efectos sobre el discernimiento científico. Ambos aportaron evidencia comparativa obtenida en aulas de Bachillerato mediante un experimento de campo aleatorizado y un estudio cuasiexperimental. Se evaluaron intervenciones de lectura lateral, sesgos cognitivos, inoculación, verificación de hechos y alfabetización disciplinar frente a grupos de control. Se consignaron coeficientes estandarizados (β), intervalos de confianza del 95 % y valores de probabilidad cuando estuvieron disponibles.

Tres estudios aportaron datos sobre intervenciones de una, cuatro y once sesiones o actividades. Los efectos posteriores a la intervención fueron condicionales después de una actividad, parcialmente favorables tras cuatro lecciones y favorables después de once actividades distribuidas durante dos meses (Mellberg et al., 2025; Pimentel, 2025; Tseng et al., 2021). Ninguno evaluó el mantenimiento demorado mediante un seguimiento comparable ni aplicó un refuerzo posterior planificado, como se muestra en la figura 3.

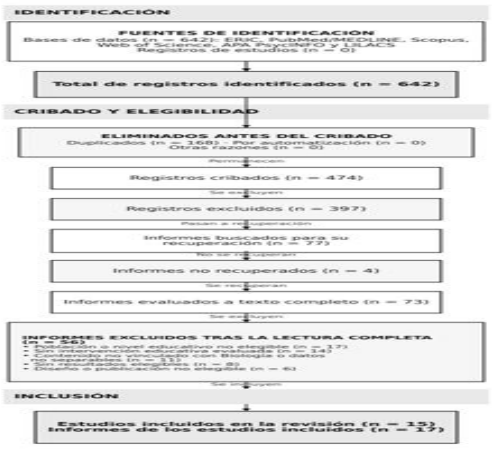


Figura 2. *Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de identificación, cribado e inclusión de los estudios.*

Fuente: Elaboración propia.

Para examinar la heterogeneidad de los efectos, se analizaron tres estudios que aportaron cuatro perfiles de intervención, pues uno evaluó dos estrategias diferenciadas. La figura 4 sintetiza las diferencias según estrategia, contenido biológico, formato, contexto y resultado. Los resultados fueron favorables, aunque las medidas no fueron directamente comparables debido a las diferencias entre diseños y desenlaces. Por esta

razón, no se calculó heterogeneidad estadística ni una estimación combinada (Baudouin et al., 2026; Blanchard et al., 2020; McGrew y Breakstone, 2023).

Tabla 1. *Magnitud y precisión de los efectos sobre el discernimiento entre información científica válida y falsa.*

Estudio	Diseño y población	Variable evaluada	Hallazgo principal
Martini et al. (2025)	Experimento de campo aleatorizado por clases con 2.288 estudiantes italianos de Bachillerato y grupo de control.	Exactitud al clasificar publicaciones científicas válidas y pseudocientíficas tras lectura lateral, sesgos cognitivos o inoculación.	No se observó efecto global (p ajustado > .747); la inoculación aumentó la exactitud ante contenido falso (β = 0.250; IC 95 % [0.050, 0.449]) y la redujo ante contenido válido (β = −0.239; IC 95 % [−0.458, −0.019]).
Nygren y Efimova (2025)	Estudio cuasiexperimental con 459 estudiantes suecos de Bachillerato, tres intervenciones y grupo de control.	Fiabilidad asignada a noticias verdaderas y falsas tras inoculación, verificación de hechos o alfabetización disciplinar.	No se observaron efectos duraderos; News Evaluator presentó una mejora marginal ante una noticia válida (β = 0.31; error estándar = 0.16; p = .056).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. *Dosis, seguimiento y refuerzo de intervenciones para evaluar desinformación científica en estudiantes de Bachillerato.*

Fuente: Elaboración propia.

Los estudios indicaron que las intervenciones pueden mejorar la evaluación de fuentes y disminuir la aceptación de información falsa, pero no demostraron de forma consistente que ese beneficio preservara la confianza en contenidos científicos verdaderos (Martini et al., 2025; Pimentel, 2025). Los hallazgos fueron más favorables cuando se enseñaron criterios de especialización, consenso y calidad de la evidencia que cuando se promovió únicamente una actitud general de sospecha (Mellberg et al., 2025; Osborne y Pimentel, 2023). El principal criterio de seguridad educativa es que aumente la separación entre la valoración de afirmaciones válidas y falsas, sin disminuir indiscriminadamente ambas puntuaciones. La inoculación mejoró la exactitud ante contenido falso en un estudio, pero simultáneamente redujo el reconocimiento del contenido válido, lo que resulta compatible con escepticismo generalizado y no con mayor discernimiento (Martini et al., 2025). Por ello, una menor aceptación de falsedades no debe interpretarse aisladamente como un resultado favorable.

Las estrategias centradas en lectura lateral, especialización pertinente, consenso y revisión por pares podrían proteger mejor la confianza informada porque proporcionan razones para aceptar o rechazar una afirmación (Mellberg et al., 2025); (Pimentel, 2025). La refutación también parece más segura cuando identifica el error y ofrece una explicación científicamente válida que sustituye el modelo incorrecto, aunque parte de esta evidencia procede de población universitaria (Danielson et al., 2025). La enseñanza debería explicar por qué

determinadas fuentes merecen confianza, no limitarse a señalar técnicas de manipulación (Höttecke y Allchin, 2020); (Osborne y Pimentel, 2023).



Figura 4. *Heterogeneidad de los efectos según estrategia educativa, contenido biológico, formato y contexto en estudiantes de educación secundaria superior.*

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la duración, las intervenciones distribuidas en varias actividades parecieron producir aprendizajes más amplios que las experiencias aisladas, pero los estudios no permitieron establecer una relación dosis-respuesta (Mellberg et al., 2025); (Pimentel, 2025); (Tseng et al., 2021). Las diferencias entre estrategias, instrumentos y poblaciones impidieron atribuir los resultados exclusivamente al número de sesiones. Además, la ausencia de mantenimiento en evaluaciones posteriores indicó que una mejoría inmediata no garantiza un aprendizaje duradero (Nygren y Efimova, 2025). La evidencia tampoco permitió determinar una frecuencia óptima de refuerzo, porque las intervenciones analizadas no incorporaron actividades posteriores planificadas y comparables. La pérdida de los efectos durante el seguimiento sugiere que la práctica guiada debería espaciarse e integrarse en diferentes contenidos de Biología, en lugar de concentrarse en una sesión independiente (Nygren y Efimova, 2025). No obstante, aún no puede precisarse cuándo aplicar el refuerzo ni cuántas actividades serían necesarias para conservar efectos educativamente relevantes.

La heterogeneidad entre vacunación, enfermedades prevenibles, nutrición y cambio climático, así como entre sesiones presenciales, *chatbots* y navegación por sitios reales, limita la generalización de los hallazgos (Baudouin et al., 2026; Blanchard et al., 2020; McGrew y Breakstone, 2023). También variaron los diseños, comparadores y resultados, desde el conocimiento y las actitudes hasta la evaluación de fuentes y el discernimiento. Por esta razón, la eficacia observada en un contenido o formato no garantiza su transferencia a nuevas afirmaciones, medios digitales o contextos escolares.

La confianza en los resultados se redujo por la presencia de diseños pretest-postest sin comparador, seguimientos insuficientes, instrumentos no equivalentes y resultados imprecisos o incompletos. Los estudios comparativos también mostraron efectos pequeños, inconsistentes o acompañados de cambios adversos en la valoración de información verdadera (Martini et al., 2025; Nygren y Efimova, 2025). Aunque el riesgo de sesgo se examinó por dominios, no se aplicó un sistema formal y estandarizado para graduar la confianza en el conjunto de los hallazgos; por ello, las interpretaciones son provisionales. La búsqueda en seis bases, los criterios explícitos de elegibilidad y la interpretación separada de los diseños sin comparador constituyen fortalezas de la revisión. Las principales limitaciones fueron la restricción a publicaciones en español e inglés, la imposibilidad de realizar una síntesis

cuantitativa y la aplicabilidad incierta a contextos de Bachillerato no representados en los estudios. Se necesitan ensayos escolares comparativos que midan conjuntamente afirmaciones verdaderas y falsas, confianza calibrada, transferencia y seguimiento. En la práctica docente, conviene priorizar intervenciones curriculares progresivas, con refuerzos planificados y evaluación diferida.

Conclusiones

Los estudios analizados sugieren que las intervenciones educativas pueden mejorar la evaluación de fuentes, disminuir la aceptación de información falsa y favorecer ciertos conocimientos y actitudes ante contenidos biológicos. Sin embargo, los beneficios fueron variables y no siempre reflejaron un discernimiento más seguro, porque algunas estrategias también redujeron la valoración de información científicamente válida. Los resultados más favorables se observaron cuando se articularon el conocimiento biológico y los criterios de consenso, especialización, revisión por pares, lectura lateral y verificación, en lugar de promover una sospecha generalizada hacia la ciencia.

La heterogeneidad de estrategias, contenidos, formatos, instrumentos y contextos escolares, junto con los diseños sin comparador, los resultados imprecisos y los seguimientos insuficientes, redujo la confianza en las conclusiones y limitó su aplicabilidad. No fue posible establecer una duración, intensidad o frecuencia óptima de refuerzo ni confirmar que los efectos inmediatos se transfirieran a mensajes nuevos o persistieran a medio plazo. La ausencia de medidas comparables impidió realizar una síntesis cuantitativa, y la extrapolación a contextos de Bachillerato no representados debe hacerse con cautela. Para la práctica docente, conviene integrar la alfabetización frente a la desinformación en la enseñanza ordinaria de Biología mediante actividades progresivas, práctica guiada, ejemplos variados y refuerzos planificados. La evaluación debe incluir afirmaciones verdaderas y falsas para proteger la confianza informada, mientras que las investigaciones futuras deberían priorizar ensayos escolares comparativos, resultados comunes, posibles efectos adversos, transferencia entre contenidos y formatos y seguimientos suficientes. Mientras no exista evidencia más sólida, las recomendaciones sobre dosis y periodicidad deben considerarse provisionales y adaptarse al contexto educativo.

Referencias Bibliográficas

Baudouin, N., de Rouilhan, S., Huillery, E., Pasquinelli, E., Chevallier, C., & Mercier, H. (2026). Interventions to reduce vaccine hesitancy among adolescents: A cluster-randomized trial. *Nature Human Behaviour*, *10*(1), 92-100. https://doi.org/10.1038/s41562-025-02306-2

Blanchard, J., Johnson, C., McIntyre, M., Crowcroft, N., & McLellan, A. (2020). A pre and post intervention study measuring the effect of interactive education on adolescent perceptions of vaccines, vaccine safety and disease risk. *Journal of Public Health*, *42*(3), e272-e277. https://doi.org/10.1093/pubmed/fdz089

Danielson, R., Heddy, B., Ramazan, O., Jin, G., Gill, K., & Berry, D. (2025). Conceptual contamination: Investigating the impact of misinformation on conceptual change and inoculation strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, *62*(3), 629-654. https://doi.org/10.1002/tea.21963

Gabarron, E., Oyeyemi, S., & Wynn, R. (2021). COVID-19-related misinformation on social media: A systematic review. *Bulletin of the World Health Organization*, *99*(6), 455-463A. https://doi.org/10.2471/BLT.20.276782

Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science*

Education, *104*(4), 641-666. https://doi.org/10.1002/sce.21575

Lu, C., Hu, B., Li, Q., Bi, C., & Ju, X. (2023). Psychological inoculation for credibility assessment, sharing intention, and discernment of misinformation: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, *25*, Article e49255. https://doi.org/10.2196/49255

Martini, C., Floris, M., Ronzani, P., Ausili, L., Pennacchioni, G., Adorno, G., & Panizza, F. (2025). The impact of interventions against science disinformation in high school students. *Scientific Reports*, *15*, Article 34278. https://doi.org/10.1038/s41598-025-16565-6

McGrew, S., & Breakstone, J. (2023). Civic online reasoning across the curriculum: Developing and testing the efficacy of digital literacy lessons. *AERA Open*, *9*, 1-14. https://doi.org/10.1177/23328584231176451

Mellberg, S., Danielsson, A., & Nygren, T. (2025). Science education against misinformation: An educational intervention in upper-secondary schools. *International Journal of Science Education*. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2571131

Nan, X., Wang, Y., & Thier, K. (2022). Why do people believe health misinformation and who is at risk? A systematic review of individual differences in susceptibility to health misinformation. *Social Science & Medicine*, *314*, Article 115398. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.115398

Nygren, T., & Efimova, E. (2025). Investigating the long-term impact of misinformation interventions in upper secondary education. *PLOS ONE*, *20*(7), Article e0326928. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0326928

Osborne, J., & Pimentel, D. R. (2023). Science education in an age of misinformation. *Science Education*, *107*(3), 553-571. https://doi.org/10.1002/sce.21790

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*, Article n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Pfänder, J., & Altay, S. (2025). Spotting false news and doubting true news: A systematic review and meta-analysis of news judgements. *Nature Human Behaviour*, *9*(4), 688-699. https://doi.org/10.1038/s41562-024-02086-1

Pimentel, D. (2025). Learning to evaluate sources of science (mis)information on the internet: Assessing students' scientific online reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, *62*(3), 684-720. https://doi.org/10.1002/tea.21974

Rocha, Y., de Moura, G., Desidério, G., de Oliveira, C., Lourenço, F., & de Figueiredo, L. (2023). The impact of fake news on social media and its influence on health during the COVID-19 pandemic: A systematic review. *Journal of Public Health*, *31*(7), 1007-1016. https://doi.org/10.1007/s10389-021-01658-z

Scheufele, D., & Krause, N. (2019). Science audiences, misinformation, and fake news. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *116*(16), 7662-7669. https://doi.org/10.1073/pnas.1805871115

Smith, R., Chen, K., Winner, D., Friedhoff, S., & Wardle, C. (2023). A systematic review of COVID-19 misinformation interventions: Lessons learned. *Health Affairs*, *42*(12), 1738-1746. https://doi.org/10.1377/hlthaff.2023.00717

Suarez, V., & Alvarez, J. (2021). Prevalence of health misinformation on social media: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, *23*(1), Article e17187. https://doi.org/10.2196/17187

Taylor, J., Ibarra, D., Hixson, H., & Rodgers, M. (2026). Mapping the landscape of K-12 interventions that target students' evaluation of science-related misinformation or disinformation. *School Science and Mathematics*. Advance online publication. https://doi.org/10.1111/ssm.18365

Tseng, A. Bonilla, S., & MacPherson, A. (2021). Fighting "bad science" in the information age: The effects of an intervention to stimulate evaluation and critique of false scientific claims. *Journal of Research in Science Teaching*, *58*(8), 1152-1178. https://doi.org/10.1002/tea.21696

Walter, N., & Tukachinsky, R. (2020). A meta-analytic examination of the continued influence of misinformation in the face of correction: How powerful is it, why does it happen, and how to stop it? *Communication Research*, *47*(2), 155-177. https://doi.org/10.1177/0093650219854600

Wang, Y., McKee, M., Torbica, A., & Stuckler, D. (2019). Systematic literature review on the spread of health-related misinformation on social media. *Social Science & Medicine*, *240*, Article 112552. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.112552

Wineburg, S., Breakstone, J., McGrew, S., Smith, M., & Ortega, T. (2022). Lateral reading on the open internet: A district-wide field study in high school government classes. *Journal of Educational Psychology*, *114*(5), 893-909. https://doi.org/10.1037/edu0000740

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Ivonne Narcisa Morales Coello, Luis Teodoro Zambrano Rodríguez, Hansel Francisco Camacho Vega y Jessenia Rosario Vela Aguilar.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT) Ivonne Narcisa Morales Coello: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos. Luis Teodoro Zambrano Rodríguez: provisión de recursos académicos y materiales para el desarrollo del estudio, apoyo en la administración del proyecto investigativo y revisión editorial del manuscrito antes de su publicación. Hansel Francisco Camacho Vega: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos. Jessenia Rosario Vela Aguilar: provisión de recursos académicos y materiales para el desarrollo del estudio, apoyo en la administración del proyecto investigativo y revisión editorial del manuscrito antes de su publicación.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.
Declaración de los revisores Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.
Declaración ética de la investigación Los autores declaran, que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran, que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.