

ARTÍCULO ORIGINAL

Modelización e Innovación Situada en Ciencias: Una Ruta Pedagógica para Aulas Diversas

TOBIÁS ALFONSO PARODI CAMAÑO¹ <https://orcid.org/0000-0003-4548-1058>ROGER ELÍ TORRES VÁSQUEZ² <https://orcid.org/0000-0002-7910-1589>JHON VÍCTOR VIDAL DURANGO³ <https://orcid.org/0000-0002-4199-0157>Autor de correspondencia: tobiasparodic@correo.unicordoba.edu.co**Historial del artículo:**

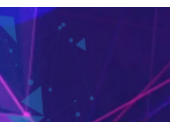
Recibido: 25/05/2025

Revisado: 10/06/2026

Aceptado: 16/06/2026

Palabras clave:*Enseñanza de las ciencias**Innovación pedagógica**Tecnología educativa**Educación inclusiva**Formación de docentes***Resumen**

Este artículo propone una ruta pedagógica para fortalecer la enseñanza de las ciencias en aulas con alta diversidad y condiciones tecnológicas desiguales. A partir de una revisión teórica integradora, se analizaron aportes recientes sobre modelización, TPACK, aprendizaje móvil, Diseño Universal para el Aprendizaje, evaluación formativa e innovación responsable. La síntesis muestra que la mejora de la práctica no depende de añadir recursos digitales, sino de organizar experiencias en las que el estudiantado construya, use, contraste y revise modelos con evidencias. Como aporte se plantea la ruta de Práctica Pedagógica Innovadora, PPI, que articula fenómeno cercano, mediación tecnológica situada, accesibilidad epistémica y evaluación con trazas verificables. El texto ofrece matrices, criterios y una rúbrica breve para orientar diseños transferibles a contextos latinoamericanos. Se concluye que innovar en ciencias exige menos improvisación y más documentación pedagógica, sin perder cercanía con el aula real.



Situated Modelling and Innovation in Science: a Pedagogical Route for Diverse Classrooms

Article history:

Received: 05/25/2025

Revised: 11/11/2026

Accepted: 06/16/2026

Keywords:

Science education

Pedagogical innovation

Educational technology

Inclusive education

Teacher education

Abstract

This article proposes a pedagogical route to strengthen science teaching in diverse classrooms with unequal technological conditions. Based on an integrative theoretical review, recent contributions on modelling, TPACK, mobile learning, Universal Design for Learning, formative assessment and responsible innovation were analyzed. The synthesis shows that improvement in practice does not depend on adding digital resources, but on organizing experiences in which students construct, use, test and revise models with evidence. As a contribution, the Innovative Pedagogical Practice route is proposed. It connects a situated phenomenon, contextual technological mediation, epistemic accessibility and assessment based on visible traces of learning. The article offers matrices, criteria and a short rubric to guide designs that can be transferred to Latin American contexts. It concludes that innovation in science requires less improvisation and more pedagogical documentation, while keeping a close connection with real classroom conditions.

Introducción

En muchas clases de ciencias el problema no es la falta de contenidos. El problema aparece cuando el estudiantado recuerda definiciones, pero no logra explicar por qué ocurre un fenómeno, cómo se sostiene una inferencia o qué datos podrían poner en duda una explicación. Esa distancia entre saber repetir y saber pensar científicamente obliga a mirar la práctica pedagógica como un sistema de decisiones: qué fenómeno se estudia, qué tarea realiza el grupo, qué mediaciones se usan, qué evidencia se recoge y cómo se devuelve retroalimentación.

El manuscrito base de esta propuesta parte de una idea que conviene conservar, aunque con una formulación más propia de artículo científico: enseñar ciencias supone crear condiciones para que el aula se acerque a prácticas epistémicas reales. Preguntar, modelar, argumentar, revisar y comunicar no son adornos metodológicos; son formas de participar en la cultura científica escolar. En esa línea, los trabajos sobre argumentación, indagación guiada y modelización han mostrado que el aprendizaje mejora cuando el estudiantado trabaja con evidencias y no solo con respuestas cerradas (Berland & Reiser, 2009; Furtak *et al.*, 2012; Schwarz *et al.*, 2009).

La discusión también se ha desplazado hacia el uso de tecnología. La literatura reciente insiste en que la herramienta no mejora la enseñanza por sí misma. Las simulaciones, sensores, plataformas, teléfonos y recursos de inteligencia artificial solo tienen valor cuando cumplen una función cognitiva definida: visualizar lo que no se observa a simple vista, registrar datos, ensayar relaciones, colaborar o comunicar resultados (De Jong *et al.*, 2013; Miao & Holmes, 2023; UNESCO, 2023a). En América Latina esta advertencia es todavía más importante, porque las condiciones de conectividad y disponibilidad de dispositivos no son homogéneas.

Por eso resulta útil combinar tres conversaciones que con frecuencia avanzan por separado. La primera es la modelización científica como práctica que ordena el razonamiento. La segunda es la integración tecnológica desde marcos como TPACK, siempre leída con el contexto de aula. La tercera es la inclusión, entendida no como ajuste tardío, sino como diseño anticipado de oportunidades de acceso, participación y expresión. El Diseño Universal para el Aprendizaje 3.0 propone mirar las barreras como producto del diseño y no como déficit del estudiante (CAST, 2024). En ciencias, esa idea puede ampliarse con una noción operativa: accesibilidad epistémica. Es decir, hacer comprensible la práctica científica que se le pide al grupo.

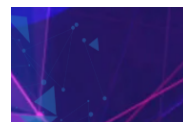
Este artículo tiene como objetivo proponer una ruta de Práctica Pedagógica Innovadora, PPI, para planear, implementar y documentar experiencias de enseñanza de las ciencias basadas en modelización, mediación tecnológica situada, inclusión y evaluación formativa. La propuesta dialoga con literatura internacional de revistas indexadas y con aportes recientes sobre innovación, inteligencia artificial y aprendizaje en contextos latinoamericanos, incluidos trabajos de Parodi-Camaño y coautores sobre inteligencia artificial, innovación y transformación organizacional (López et al., 2026; Parodi Camaño *et al.*, 2025; Uparela-Barragán *et al.*, 2025).

Método

Se realizó una revisión teórica integradora con orientación documental. No se planteó como revisión sistemática exhaustiva, sino como una síntesis razonada para convertir evidencia académica en criterios de diseño pedagógico. Esta decisión metodológica es pertinente cuando el propósito no es estimar efectos, sino organizar conceptos, reconocer convergencias y producir una ruta aplicable al aula (Snyder, 2019; Torracó, 2016). Aun así, se conservaron criterios de transparencia inspirados en PRISMA 2020: delimitación de preguntas, registro de fuentes, depuración de documentos y codificación temática (Page *et al.*, 2021).

La pregunta orientadora fue: ¿qué criterios permiten diseñar prácticas pedagógicas innovadoras en ciencias que articulen modelización, tecnología, inclusión y evaluación en contextos educativos diversos? Se consultaron artículos y documentos publicados entre 2019 y 2026, con inclusión de obras seminales anteriores cuando resultaban necesarias para comprender la discusión. Las fuentes procedieron de revistas científicas indexadas, libros académicos, reportes institucionales y artículos publicados en la Revista Electrónica Transformar relacionados con innovación, inteligencia artificial y educación.

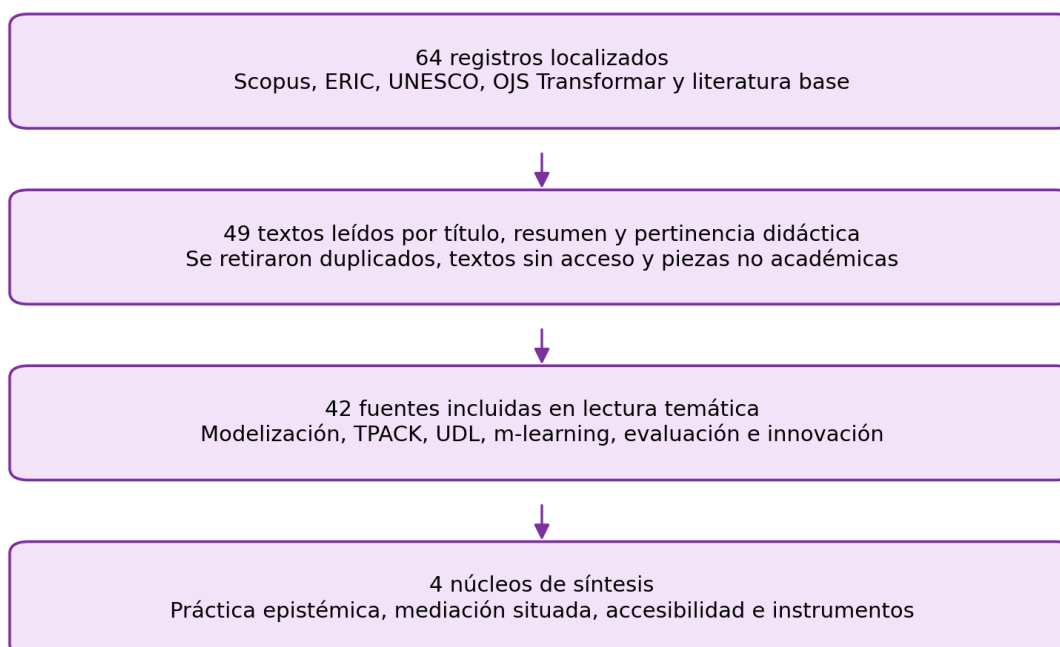
Los descriptores principales fueron science education, model-based teaching, modelling pedagogy, TPACK, mobile learning, Universal Design for Learning, formative assessment, science teaching innovation, educación científica, modelización, TIC, aprendizaje móvil, inclusión y evaluación formativa. Se priorizaron publicaciones en Computers & Education, Studies in Science Education, Science Education, Journal of Research in Science Teaching, International Journal of Science Education, Journal of Science Education and Technology y fuentes institucionales de UNESCO, OECD y CAST.



El proceso de lectura siguió tres momentos. Primero, se revisaron título, resumen y pertinencia temática. Después se realizó lectura analítica de los textos seleccionados, buscando aportes aplicables al diseño de clases de ciencias. Por último, se codificaron los hallazgos en cuatro familias: prácticas epistémicas y modelización, mediación tecnológica situada, inclusión y accesibilidad epistémica, y evaluación/documentación de evidencias. La Figura 1 resume la depuración documental utilizada para ordenar el corpus.

Figura 1. Flujo de depuración documental para la revisión teórica integradora

Depuración documental para la síntesis integradora



Nota. Elaboración propia a partir del protocolo documental definido para este artículo.

Resultados

La síntesis permitió identificar una idea transversal: la innovación en ciencias se sostiene cuando el diseño deja rastros. No basta decir que hubo aprendizaje activo o uso de TIC. La práctica necesita evidencias que permitan observar cómo cambió el razonamiento del estudiantado, qué apoyos fueron útiles, qué barreras aparecieron y qué decisiones se tomarán en la siguiente versión de la clase.

Tabla 1. Síntesis temática de la revisión y decisiones de aula

Eje de síntesis	Hallazgo dominante	Decisión de aula
Prácticas epistémicas	El aprendizaje mejora cuando el estudiante explica, argumenta y revisa con evidencia.	Diseñar tareas con pregunta, datos y producto revisable.
Modelización	El ciclo construir, usar, contrastar y revisar deja trazas del razonamiento.	Pedir dos versiones del modelo y una justificación de cambios.
Tecnología situada	El recurso aporta cuando cumple una función cognitiva clara.	Elegir herramientas por su función: visualizar, medir, simular, registrar o comunicar.
Inclusión	Las barreras emergen del diseño y de reglas científicas no explicitadas.	Anticipar apoyos y enseñar cómo se hace ciencia en el aula.
Evaluación formativa	La retroalimentación sirve si llega durante el proceso, no solo al cierre.	Usar rúbricas breves, bitácoras y revisión por pares.

Nota. Elaboración propia con base en la revisión documental.

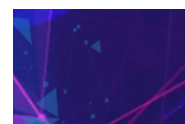
Práctica pedagógica como participación epistémica

La literatura coincide en que una clase de ciencias gana calidad cuando el estudiantado actúa sobre problemas, datos y representaciones. Las prácticas de explicación, argumentación e indagación no reemplazan el contenido disciplinar; lo hacen operativo. Berland y Reiser (2009) muestran que la argumentación escolar necesita que el estudiante conecte afirmaciones con pruebas y razones. Furtak *et al.* (2012), en una síntesis sobre indagación, advierten que los mejores resultados se obtienen cuando la exploración está guiada por objetivos claros y retroalimentación docente. En términos sencillos: dejar al grupo solo frente a una actividad no es investigar.

En contextos escolares latinoamericanos, esta conclusión tiene una consecuencia práctica. La innovación no debería medirse por la novedad del recurso, sino por la clase de pensamiento que vuelve posible. Una salida al patio, una observación de plantas del entorno, una simulación en línea o una tabla hecha en el cuaderno pueden ser igualmente potentes si conducen al estudiantado a formular una explicación revisable. Esa mirada reduce el riesgo de confundir modernización técnica con mejora pedagógica.

Modelización: del dibujo bonito al razonamiento visible

La modelización aparece como el eje más fértil para organizar la práctica. En los estudios clásicos, modelar implica construir una representación, usarla para explicar o predecir, contrastarla con datos y modificarla cuando ya no responde al fenómeno (Acher *et al.*, 2007; Gilbert & Justi, 2016; Schwarz *et al.*, 2009). Carroll y Park (2024), en una síntesis sistemática reciente, plantean una visión expansiva de la enseñanza basada en modelos, con énfasis en dimensiones conceptuales, epistémicas y sociales. Vale la pena subrayarlo: un modelo no es solo un producto final para calificar. Es una huella del pensamiento en movimiento.



Esta idea ayuda a resolver una dificultad frecuente. En clase, muchos estudiantes dibujan un esquema correcto en apariencia, pero no saben explicar qué variables incluye, qué relaciones propone ni dónde se queda corto. Por eso la evaluación debe mirar el proceso completo: modelo inicial, uso del modelo, evidencia revisada y versión mejorada. Una rúbrica breve puede valorar coherencia conceptual, vínculo modelo-datos, poder explicativo y límites del modelo. Con ese enfoque, el error deja de ser cierre y se convierte en dato para aprender.

Tecnología situada: usar menos recursos, pero mejor justificados

El marco TPACK sigue siendo útil porque obliga a cruzar contenido, pedagogía y tecnología. Sin embargo, las revisiones recientes señalan que la investigación sobre TPACK corre el riesgo de circular sobre definiciones y mediciones sin aterrizar lo suficiente en decisiones de aula (Schmid *et al.*, 2024). Para ciencias, la pregunta práctica debería ser más directa: ¿qué función cumple el recurso en el razonamiento científico del grupo? Si el recurso no permite observar, registrar, simular, representar, argumentar o comunicar mejor, puede ser prescindible.

Los informes de UNESCO sobre tecnología educativa y sobre inteligencia artificial generativa piden que la incorporación de herramientas se evalúe por pertinencia, equidad, sostenibilidad, seguridad y beneficio para el aprendizaje (Miao & Holmes, 2023; UNESCO, 2023a, 2023b). En territorios con conectividad variable, el aprendizaje móvil puede operar con microtarefas, capturas offline, bitácoras fotográficas, audios cortos o registros compartidos al cierre de la jornada (Crompton & Burke, 2018; Shuler *et al.*, 2013). Lo importante no es que todo sea digital. Lo importante es que la evidencia no se pierda.

Inclusión y accesibilidad epistémica

La inclusión en ciencias suele reducirse a adaptar formatos. Eso ayuda, pero no alcanza. CAST (2024) propone anticipar barreras desde el diseño mediante múltiples formas de compromiso, representación y acción. En ciencias conviene agregar una pregunta más específica: ¿el grupo entiende qué significa hacer una explicación científica, comparar un modelo con datos o delimitar supuestos? Cuando esa práctica no se enseña, solo participan con seguridad quienes ya conocen las reglas implícitas del juego escolar.

La accesibilidad epistémica consiste en hacer explícitas esas reglas. Implica ofrecer ejemplos de modelos con distintos niveles de calidad, mostrar cómo se justifica una inferencia, usar apoyos visuales y verbales, permitir productos equivalentes y sostener el rigor conceptual. Esta mirada coincide con los llamados a una educación científica más justa, especialmente en comunidades con diversidad lingüística, ruralidad, discapacidad, trayectorias escolares discontinuas o brechas de acceso (Bang *et al.*, 2017; Marino, 2024; Nasri *et al.*, 2021).

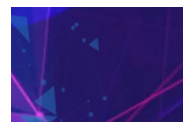


Tabla 2. Matriz operativa para diseñar una Práctica Pedagógica Innovadora, PPI

Momento de la ruta PPI	Pregunta orientadora	Evidencia mínima
Fenómeno cercano	¿Qué situación del entorno permite formular una pregunta científica?	Descripción del fenómeno y pregunta del grupo.
Modelo inicial	¿Cómo representa el estudiante lo que cree que ocurre?	Diagrama, maqueta, simulación o explicación inicial.
Mediación	¿Qué recurso ayuda a observar, medir o representar mejor?	Registro de datos, captura, tabla, simulación o bitácora.
Contraste	¿Qué evidencia confirma, tensiona o modifica el modelo?	Comparación explícita entre modelo y datos.
Revisión	¿Qué cambió en la explicación y por qué?	Segunda versión del modelo con justificación.
Comunicación	¿Qué límites tiene la explicación construida?	Informe breve, póster, audio o socialización con criterios.

Nota. Elaboración propia para orientar microsecuencias de ciencias en contextos de alta o baja conectividad.

Tabla 3. Rúbrica breve para evaluar modelos en ciencias

Criterio	Nivel inicial	Nivel en desarrollo	Nivel logrado
Coherencia conceptual	Incluye ideas aisladas o relaciones confusas.	Presenta relaciones parciales entre conceptos.	Relaciona conceptos y variables de forma clara.
Vínculo modelo-datos	No usa evidencia o la menciona sin conexión.	Usa algunos datos, pero con justificación incompleta.	Explica cómo los datos sostienen o modifican el modelo.
Poder explicativo	Describe elementos sin explicar el fenómeno.	Explica una parte del fenómeno.	Explica el fenómeno y permite hacer predicciones simples.
Límites del modelo	No reconoce supuestos ni limitaciones.	Identifica al menos una limitación.	Delimita alcances, supuestos y posibles mejoras.

Nota. Elaboración propia a partir de criterios de modelización científica y evaluación formativa.

Discusión

Los resultados de la revisión permiten proponer una ruta PPI con cuatro rasgos. Primero, parte de un fenómeno cercano. Esto reduce la distancia entre ciencia escolar y vida cotidiana sin rebajar el rigor. Segundo, organiza la actividad alrededor de un ciclo de modelización. Tercero, selecciona mediaciones tecnológicas por función cognitiva y no por moda. Cuarto, documenta evidencias de aprendizaje que pueden analizarse, compararse y comunicarse. La Figura 2 presenta esta ruta de forma operativa.

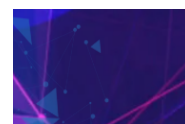


Figura 2. Ruta PPI para integrar modelización, tecnología situada e inclusión

Ruta PPI para una práctica pedagógica innovadora en ciencias



La ruta parte del fenómeno, conserva evidencias y vuelve sobre el diseño sin depender de una aplicación de moda.

Nota. Elaboración propia. La ruta propone un ciclo de mejora breve, documentable y transferible.

La propuesta aporta una respuesta sencilla a un problema común en la innovación educativa: muchas experiencias se narran como buenas prácticas, pero dejan poca evidencia sobre el aprendizaje. La ruta PPI ayuda a convertir decisiones docentes en datos pedagógicos: versiones de modelos, bitácoras, registros de observación, comentarios de pares, criterios de rúbrica y notas de ajuste. Esta documentación permite mejorar la clase y, al mismo tiempo, preparar reportes académicos con mayor trazabilidad.

El diálogo con literatura sobre inteligencia artificial y transformación institucional también resulta pertinente. Los trabajos recientes de Parodi-Camaño y coautores muestran que la incorporación de tecnologías emergentes debe leerse con criterios de aprendizaje, ética, capacidades e innovación situada, tanto en salud como en organizaciones y PYMES (López *et al.*, 2026; Parodi Camaño *et al.*, 2025; Parodi Camaño *et al.*, 2026; Uparela-Barragán *et al.*, 2025). Trasladado a la enseñanza de ciencias, esto sugiere prudencia: la IA puede apoyar búsqueda, visualización, retroalimentación o generación de materiales, pero el docente conserva la responsabilidad sobre la pregunta, el criterio y la validez pedagógica.

En el Caribe colombiano y en otros territorios latinoamericanos, la ruta exige adaptaciones realistas. Una secuencia puede funcionar sin laboratorio sofisticado si usa fenómenos del entorno, mediciones simples, recursos impresos y registros móviles offline. Un caso de estrés hídrico en plantas, por ejemplo, permite observar cambios, discutir variables, construir modelos causales y revisar explicaciones con datos recogidos por el propio grupo. La clave está en que el estudiante vea por qué cambia su explicación, no solo en que complete una actividad.

La principal limitación de este trabajo es su naturaleza teórica. La ruta propuesta requiere validación empírica en distintos niveles educativos, áreas de ciencias y condiciones de conectividad. También conviene estudiar cómo varía la calidad de los modelos del estudiantado cuando se usan apoyos UDL, rúbricas formativas o herramientas digitales específicas. A pesar de esa limitación, la síntesis ofrece una base práctica para que docentes en formación y profesores en ejercicio diseñen experiencias con mayor coherencia.

Conclusiones

La enseñanza de las ciencias necesita volver visible el razonamiento del estudiantado. Para ello, la modelización ofrece un camino claro: construir una primera explicación, usarla, confrontarla con evidencia y revisarla. Cuando ese ciclo se combina con tecnología situada, accesibilidad epistémica y evaluación formativa, la innovación deja de ser una etiqueta amplia y se convierte en práctica documentada.

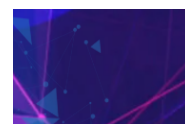
La ruta PPI propuesta en este artículo no exige empezar con grandes inversiones. Exige formular mejores preguntas, elegir mediaciones con propósito, anticipar barreras y conservar evidencias del proceso. En aulas con alta diversidad, esa forma de trabajo permite sostener una enseñanza más justa y más rigurosa. También ofrece a los docentes una manera concreta de investigar su propia práctica y compartirla con la comunidad académica sin perder el contacto con la realidad escolar.

Como agenda próxima, se recomienda aplicar la ruta en microsecuencias de dos a cuatro sesiones, comparar modelos iniciales y finales del estudiantado, analizar la calidad de las justificaciones y documentar qué apoyos fueron necesarios. Esa información puede alimentar investigaciones de aula, comunidades docentes y manuscritos publicables en revistas de educación. En últimas, innovar en ciencias no consiste en llenar la clase de recursos, sino en diseñar mejores oportunidades para pensar con evidencia.

Referencias

- Acher, A., Arcà, M., & Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, 91(3), 398-418. <https://doi.org/10.1002/sce.20196>
- Bang, M., Brown, B., Calabrese Barton, A., Rosebery, A., & Warren, B. (2017). Toward more equitable learning in science. *Science Education*, 101(4), 597-607. <https://doi.org/10.1002/sce.21286>
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55. <https://doi.org/10.1002/sce.20286>
- Boude, O. R., & Jiménez, J. A. (2013). El aprendizaje móvil como estrategia didáctica en la educación superior. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 10(1), 152-166. <https://doi.org/10.7238/rusc.v10i1.1579>
- Carroll, G., & Park, S. (2024). Towards expansive model-based teaching: A systematic synthesis of modelling pedagogies in science education literature. *Studies in Science Education*. <https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2417157>
- CAST. (2024). *Universal Design for Learning Guidelines version 3.0*. CAST. <https://udlguidelines.cast.org/>
- Crompton, H., & Burke, D. (2018). The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.007>

- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3>
- Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534-2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>
- International Federation of Library Associations and Institutions. (2012). Moscow declaration on media and information literacy. IFLA. <https://www.ifla.org/publications/moscow-declaration-on-media-and-information-literacy/>
- López, J. P., Vera, F., & Parodi, T. A. (2026). Ethical opportunities and challenges of AI in mental health in Latin America. *Transformar*, 7(1), 21-33. <https://revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/212>
- Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-based learning in science education: Cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review*, 64(4), 471-492. <https://doi.org/10.1080/00131911.2011.628748>
- Marino, M. T. (2024). *Innovation configuration: Universal Design for Learning*. CEEDAR Center. <https://ceedar.education.ufl.edu/>
- Miao, F., & Holmes, W. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nasri, N. M., Roslan, S., Sekuan, M. I., & Bakar, K. A. (2021). Inclusive science education through Universal Design for Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(6), 805-829.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *How people learn II: Learners, contexts, and cultures*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24783>
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. The National Academies Press. <https://www.nextgenscience.org/>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results, volume I: The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- 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>
- Parodi Camaño, T. A., Hernández Euge, P. A., Martínez Vargas, J. L., Ayala-Ruiz, O., & Chalapud Narváez, E. D. (2025). La Inteligencia Artificial en salud como escenario de aprendizaje: Retos, avances y perspectivas. *Transformar*, 6(2), 5-12. <https://revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/170>



- Parodi Camaño, T. A., Vidal Durango, J. V., & Portnoy, I. (2026). CEO narcissism and its influence on innovation capabilities of micro, small, and medium-sized enterprises: An empirical study in the Colombian context. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0341491>
- Quellmalz, E. S., Timms, M. J., Silbergliitt, M. D., & Buckley, B. C. (2012). Science assessments for all: Integrating science simulations into balanced state science assessment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(3), 363-393. <https://doi.org/10.1002/tea.21005>
- Reiser, B. J., Berland, L. K., & Kenyon, L. (2012). Engaging estudiantes in the scientific practices of explanation and argumentation. *Science Scope*, 35(8), 6-11.
- Schmid, M., Brianza, E., Mok, S. Y., & Petko, D. (2024). Running in circles: A systematic review of reviews on technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 214, Article 105024. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105024>
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>
- Shuler, C., Winters, N., & West, M. (2013). *The future of mobile learning: Implications for policy makers and planners*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219637>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Torraco, R. J. (2016). Writing integrative literature reviews: Using the past and present to explore the future. *Human Resource Development Review*, 15(4), 404-428. <https://doi.org/10.1177/1534484316671606>
- UNESCO. (2019). *International technical guidance on sexuality education: An evidence-informed approach*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260770>
- UNESCO. (2023a). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
- UNESCO. (2023b). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- Uparela-Barragán, H., Gaspar-López, J., Salas Álvarez, D., & Parodi-Camaño, T. (2025). Automatización inteligente para PYMEs mediante chatbots con IA generativa. *Transformar*, 6(4), 22-32. <https://revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/200>
- Valeeva, R. A., Kalimullin, A. M., & Khodyreva, E. A. (2023). Impact of modeling in science education: A systematic review. *European Journal of Mathematics and Science Technology Education*, 19(3), Article em2246. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13268>
- Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J. B., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A review of artificial intelligence in education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021, Article 8812542. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>