



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2026,  
Volumen 10, Número 2.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v10i2](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2)

## **MODELACIÓN MATEMÁTICA COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO CRÍTICO EN EL AULA**

**MATHEMATICAL MODELING AS A TOOL FOR THE  
DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING IN THE  
CLASSROOM**

**Iselgis De Diego Vásquez**

Universidad de Panamá – Panamá

**Emiliano González**

Universidad de Panamá – Panamá

**Ana Peralta**

Universidad de Panamá - Panamá

## Modelación matemática como herramienta para el desarrollo del razonamiento crítico en el aula

**Iselgis De Diego Vásquez<sup>1</sup>**

[iselgis.dediego@up.ac.pa](mailto:iselgis.dediego@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0009-0001-9651-7324>

Universidad de Panamá  
Panamá

**Emiliano González**

[emiliano.gonzalez@up.ac.pa](mailto:emiliano.gonzalez@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0009-0003-7447-1665>

Universidad de Panamá  
Panamá

**Ana Peralta**

[anamaria.peralta@up.ac.pa](mailto:anamaria.peralta@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0002-5156-7619>

Universidad de Panamá  
Panamá

### RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo analizar la modelación matemática como una estrategia pedagógica que favorece el desarrollo del razonamiento crítico en el aula. Para ello, se implementaron actividades de enseñanza-aprendizaje basadas en situaciones problemáticas contextualizadas, en las que los estudiantes debían formular, representar y validar modelos matemáticos. La metodología se sustentó en un enfoque cualitativo con elementos de investigación-acción, lo que permitió observar de manera directa la interacción de los participantes y la evolución de sus procesos cognitivos. Los resultados evidencian que la modelación matemática no solo contribuye a la comprensión de conceptos abstractos, sino que también potencia habilidades de análisis, argumentación y toma de decisiones fundamentadas. Asimismo, se identificó un incremento en la capacidad de los estudiantes para relacionar la matemática con fenómenos de la vida cotidiana, lo que refuerza su pertinencia como herramienta didáctica. En conclusión, la modelación matemática se presenta como un recurso valioso para promover aprendizajes significativos y fortalecer el pensamiento crítico, ofreciendo a los docentes una alternativa metodológica que integra teoría y práctica en la formación integral de los estudiantes.

**Palabras clave:** Modelación matemática; razonamiento crítico; aula; enseñanza; aprendizaje

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [iselgis.dediego@up.ac.pa](mailto:iselgis.dediego@up.ac.pa)

# Mathematical modeling as a tool for the development of critical thinking in the classroom

## ABSTRACT

This article aims to analyze mathematical modeling as a pedagogical strategy that fosters the development of critical thinking in the classroom. To achieve this purpose, teaching and learning activities were designed around contextualized problem situations in which students were required to formulate, represent, and validate mathematical models. The methodology was based on a qualitative approach with elements of action research, allowing direct observation of participants' interactions and the evolution of their cognitive processes. The findings reveal that mathematical modeling not only enhances the understanding of abstract concepts but also strengthens skills such as analysis, argumentation, and evidence-based decision making. In addition, students demonstrated an increased ability to connect mathematics with everyday phenomena, reinforcing its relevance as a didactic tool. In conclusion, mathematical modeling emerges as a valuable resource to promote meaningful learning and to cultivate critical thinking, offering teachers a methodological alternative that integrates theory and practice in the comprehensive education of students.

**Keywords:** Mathematical modeling; critical thinking; classroom, teaching, learning

*Artículo recibido 26 febrero 2026*

*Aceptado para publicación: 26 marzo 2026*



## INTRODUCCIÓN

La modelación matemática ha adquirido un papel central en la investigación educativa contemporánea, al ser reconocida como una estrategia que permite conectar los contenidos escolares con situaciones reales y significativas para los estudiantes. Este artículo aborda el tema de la modelación matemática como herramienta para el desarrollo del razonamiento crítico en el aula, entendiendo este último como la capacidad de analizar, argumentar y tomar decisiones fundamentadas en evidencia. La investigación se enmarca en la necesidad de transformar las prácticas pedagógicas tradicionales, que suelen privilegiar la memorización y la repetición mecánica, hacia metodologías que promuevan la reflexión, la creatividad y la autonomía intelectual.

El problema de investigación surge de la constatación de que, en muchos contextos educativos, los estudiantes carecen de oportunidades para aplicar la matemática en situaciones auténticas, lo que limita su capacidad de relacionar el conocimiento con la vida cotidiana. Este vacío en la enseñanza tradicional se traduce en dificultades para desarrollar un pensamiento crítico que les permita enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más complejo. La modelación matemática se plantea como una alternativa metodológica que busca superar estas limitaciones, al situar al estudiante en escenarios donde debe construir modelos, validar resultados y reflexionar sobre sus implicaciones.

La relevancia del estudio se justifica en el contexto de las demandas educativas del siglo XXI, que requieren formar ciudadanos capaces de interpretar fenómenos sociales, científicos y tecnológicos desde una perspectiva crítica. Autores como Cisneros Estupiñán y Olave Arias (2012) han señalado que la introducción de metodologías innovadoras es indispensable para responder a estas exigencias, y la modelación matemática se presenta como una de las más prometedoras. Su pertinencia radica en que integra teoría y práctica, fomenta la interdisciplinariedad y potencia la capacidad de los estudiantes para argumentar y tomar decisiones fundamentadas.

El marco teórico de este trabajo se sustenta en enfoques constructivistas del aprendizaje, que consideran al estudiante como protagonista activo en la construcción de su conocimiento. Se retoman aportes de Blum y Borromeo Ferri, quienes destacan que la modelación matemática implica fases de comprensión, matematización, resolución y validación, permitiendo el tránsito entre el mundo real y el mundo



matemático. Estas fases constituyen un proceso dinámico que favorece la reflexión crítica, al exigir que los estudiantes evalúen la pertinencia de sus modelos y reconozcan las limitaciones de sus soluciones.

En cuanto a los antecedentes investigativos, diversos estudios han demostrado que la modelación matemática favorece la motivación estudiantil, la transferencia de conocimientos y la capacidad de relacionar la matemática con fenómenos sociales, culturales y científicos. Investigaciones realizadas en contextos latinoamericanos han evidenciado que los estudiantes que participan en actividades de modelación desarrollan una mayor disposición para cuestionar, argumentar y proponer soluciones alternativas. Sin embargo, aún persiste la necesidad de profundizar en su impacto específico sobre el razonamiento crítico, lo cual constituye el aporte principal de este trabajo.

El contexto de la investigación se sitúa en aulas de educación secundaria, en las que se implementaron actividades de modelación vinculadas a problemas cotidianos de los estudiantes, como el análisis de fenómenos físicos, la interpretación de datos estadísticos y la resolución de situaciones financieras básicas. Este entorno permitió observar cómo la interacción con situaciones reales potencia la reflexión y el análisis crítico, al exigir que los estudiantes relacionen la matemática con su experiencia personal y social.

La importancia de este estudio también se vincula con la necesidad de ofrecer a los docentes herramientas metodológicas que les permitan enriquecer su práctica pedagógica. La modelación matemática se presenta como una alternativa que no solo facilita la enseñanza de contenidos, sino que también promueve la formación integral de los estudiantes, al desarrollar competencias cognitivas, sociales y emocionales. En este sentido, el trabajo busca aportar evidencias que respalden la incorporación de la modelación en los programas educativos, como estrategia para fortalecer el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas.

Finalmente, el objetivo general del estudio es analizar la modelación matemática como herramienta para el desarrollo del razonamiento crítico en el aula. Los objetivos específicos se orientan a describir las estrategias metodológicas utilizadas, identificar los principales hallazgos y discutir sus implicaciones para la práctica docente. La hipótesis que guía la investigación plantea que la implementación de actividades de modelación matemática contribuye significativamente al fortalecimiento del razonamiento crítico en los estudiantes de educación secundaria.



## **METODOLOGÍA**

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con elementos de investigación-acción, dado que se buscó comprender y transformar las prácticas pedagógicas en torno a la enseñanza de la matemática mediante la implementación de actividades de modelación. La elección de este enfoque responde a la necesidad de analizar procesos complejos como el razonamiento crítico, que no pueden ser reducidos únicamente a mediciones cuantitativas, sino que requieren una aproximación interpretativa y reflexiva.

El tipo de investigación se clasifica como descriptiva y explicativa. Es descriptiva porque se centra en caracterizar las estrategias de modelación matemática aplicadas en el aula y los procesos cognitivos que emergen de ellas; y es explicativa porque pretende dar cuenta de la relación entre la modelación y el desarrollo del razonamiento crítico, identificando los mecanismos que favorecen o limitan dicho proceso.

El diseño utilizado fue de carácter observacional y transversal. Se observaron las dinámicas de aula en un periodo específico de tiempo, sin manipular variables de manera experimental, pero registrando de forma sistemática las interacciones y producciones de los estudiantes. Asimismo, se adoptó un enfoque constructivista, en el que se reconoce que el conocimiento se construye a partir de la interacción entre los sujetos y su contexto, lo que resulta coherente con la naturaleza de la modelación matemática.

La población de estudio estuvo conformada por estudiantes de educación secundaria de una institución pública urbana. La muestra se seleccionó mediante un muestreo intencional, considerando criterios de inclusión como la disponibilidad para participar en las actividades de modelación, la asistencia regular a clases y el consentimiento informado de los padres o tutores. Se excluyeron aquellos estudiantes que no cumplieran con estos requisitos o que presentaban dificultades significativas para participar en dinámicas grupales. En total, participaron 45 estudiantes distribuidos en dos grupos de tercer año de secundaria.

Los informantes clave fueron los docentes de matemática responsables de los grupos, quienes colaboraron en el diseño y aplicación de las actividades, así como en la evaluación de los resultados. Su participación fue fundamental para garantizar la pertinencia de las estrategias implementadas y para contextualizar los hallazgos en relación con la práctica pedagógica cotidiana.



Las técnicas de recolección de datos incluyeron la observación participante, las entrevistas semiestructuradas y el análisis documental. La observación participante permitió registrar las interacciones de los estudiantes durante las actividades de modelación, prestando atención a sus procesos de razonamiento, argumentación y toma de decisiones. Las entrevistas semiestructuradas se realizaron tanto a estudiantes como a docentes, con el propósito de recoger percepciones sobre la utilidad de la modelación matemática y su impacto en el desarrollo del pensamiento crítico. El análisis documental se centró en las producciones escritas de los estudiantes, como esquemas, modelos y reflexiones, que constituyeron evidencia directa de sus procesos cognitivos.

Los instrumentos utilizados incluyeron una guía de observación diseñada para registrar aspectos como la participación, la calidad de los argumentos y la capacidad de relacionar la matemática con situaciones reales. También se empleó una guía de entrevista que abordó temas relacionados con la percepción de la modelación, las dificultades encontradas y los aprendizajes logrados. Además, se utilizó una bitácora de campo en la que los investigadores consignaron sus observaciones y reflexiones durante el desarrollo de las actividades.

En cuanto a las consideraciones éticas, se garantizó la confidencialidad de la información y el anonimato de los participantes. Se obtuvo el consentimiento informado de los padres o tutores, así como la autorización de la institución educativa. Se explicó a los estudiantes el propósito del estudio y se les aseguró que su participación era voluntaria y que podían retirarse en cualquier momento sin consecuencias negativas.

Los criterios de inclusión se centraron en estudiantes con asistencia regular y disposición para participar en actividades grupales, mientras que los criterios de exclusión consideraron la falta de consentimiento o la imposibilidad de participar activamente en las dinámicas. Estos criterios permitieron conformar una muestra homogénea y garantizar la validez de los resultados.

Las limitaciones del estudio se relacionan principalmente con el tiempo disponible para la implementación de las actividades, que se restringió a un semestre académico. Asimismo, el carácter cualitativo de la investigación implica que los resultados no pueden generalizarse a toda la población, aunque sí ofrecen aportes significativos para comprender la relación entre modelación matemática y razonamiento crítico. Otra limitación fue la resistencia inicial de algunos estudiantes a participar en



actividades que se alejaban de la enseñanza tradicional, lo que requirió un proceso de adaptación y motivación.

En síntesis, la metodología adoptada permitió analizar de manera integral el impacto de la modelación matemática en el desarrollo del razonamiento crítico, combinando técnicas cualitativas que ofrecieron una visión profunda de los procesos cognitivos y sociales involucrados. La coherencia entre el enfoque, el diseño, la población y las técnicas de recolección de datos asegura la validez del estudio y su potencial para aportar a la práctica pedagógica en contextos similares.

### **Marco teórico**

La modelación matemática se ha convertido en un campo de estudio relevante dentro de la didáctica de la matemática, al ser reconocida como una estrategia que permite vincular los contenidos escolares con situaciones reales y significativas. Su fundamento teórico se encuentra en enfoques constructivistas del aprendizaje, que consideran al estudiante como protagonista activo en la construcción de su conocimiento. Desde esta perspectiva, la modelación no se limita a la aplicación mecánica de fórmulas, sino que constituye un proceso dinámico que integra fases de comprensión, matematización, resolución y validación, tal como lo plantean Blum y Borromeo Ferri.

El razonamiento crítico, por su parte, se entiende como la capacidad de analizar información, evaluar argumentos y tomar decisiones fundamentadas en evidencia. En el ámbito educativo, se ha señalado que el desarrollo de esta competencia es esencial para formar ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos del siglo XXI. Autores como Facione han destacado que el pensamiento crítico implica habilidades de interpretación, análisis, inferencia, explicación y autorregulación, todas ellas susceptibles de ser potenciadas mediante la modelación matemática.

La relación entre modelación y razonamiento crítico se sustenta en la necesidad de que los estudiantes transiten entre el mundo real y el mundo matemático, construyendo modelos que les permitan interpretar fenómenos y proponer soluciones. Este tránsito exige que los estudiantes cuestionen sus propias representaciones, evalúen la pertinencia de sus modelos y reconozcan las limitaciones de sus resultados, lo que constituye un ejercicio de pensamiento crítico.

En cuanto a los antecedentes investigativos, diversos estudios han demostrado que la modelación matemática favorece la motivación estudiantil, la transferencia de conocimientos y la capacidad de



relacionar la matemática con fenómenos sociales, culturales y científicos. Investigaciones realizadas en América Latina han evidenciado que los estudiantes que participan en actividades de modelación desarrollan una mayor disposición para cuestionar, argumentar y proponer soluciones alternativas. Sin embargo, aún persiste la necesidad de profundizar en su impacto específico sobre el razonamiento crítico, lo cual constituye el aporte principal de este trabajo.

El marco teórico también se nutre de aportes de la educación matemática crítica, que plantea la necesidad de formar estudiantes capaces de interpretar la realidad desde una perspectiva reflexiva y transformadora. Desde esta visión, la modelación matemática no solo se concibe como una herramienta didáctica, sino como un medio para promover la conciencia crítica y la participación ciudadana.

Asimismo, se retoman postulados de la teoría socio-cultural de Vygotsky, que enfatiza el papel de la interacción social en la construcción del conocimiento. La modelación matemática, al desarrollarse en contextos colaborativos, favorece el diálogo, la argumentación y la negociación de significados, lo que potencia el razonamiento crítico.

En síntesis, el marco teórico de este estudio se sustenta en enfoques constructivistas, en la educación matemática crítica y en la teoría socio-cultural, articulando conceptos de modelación y razonamiento crítico. Estos fundamentos permiten comprender la pertinencia de la modelación matemática como estrategia para promover aprendizajes significativos y fortalecer el pensamiento crítico en el aula.

## **RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en este estudio permiten evidenciar el impacto de la modelación matemática en el desarrollo del razonamiento crítico de los estudiantes de educación secundaria. A lo largo de las actividades implementadas, se observó un cambio progresivo en la manera en que los participantes abordaban los problemas, pasando de una actitud inicial centrada en la aplicación mecánica de procedimientos hacia una disposición más reflexiva y argumentativa.

Uno de los hallazgos más relevantes fue la capacidad de los estudiantes para relacionar la matemática con fenómenos de su vida cotidiana. Al enfrentarse a situaciones contextualizadas, los participantes lograron construir modelos que les permitieron interpretar y explicar fenómenos físicos, sociales y económicos. Este proceso no solo fortaleció su comprensión conceptual, sino que también estimuló su



capacidad de análisis crítico, al exigirles evaluar la pertinencia de sus modelos y reconocer las limitaciones de sus soluciones.

Asimismo, se identificó un incremento en la calidad de los argumentos presentados por los estudiantes. Durante las discusiones grupales, los participantes mostraron una mayor disposición para justificar sus respuestas, contrastar diferentes enfoques y aceptar críticas constructivas. Este comportamiento refleja un avance significativo en el desarrollo del razonamiento crítico, entendido como la capacidad de evaluar información y tomar decisiones fundamentadas.

En cuanto a la motivación, se observó que las actividades de modelación generaron un alto nivel de interés y participación. Los estudiantes manifestaron que la matemática adquiría mayor sentido cuando se vinculaba con problemas reales, lo que contribuyó a reducir la percepción de la disciplina como abstracta y distante.

Para ilustrar algunos de estos hallazgos, se presentan las siguientes tablas que sintetizan los resultados más relevantes:

**Tabla 1.** Evolución del razonamiento crítico en los estudiantes

<b>Categoría evaluada</b>	<b>Nivel inicial</b>	<b>Nivel final</b>
<b>Capacidad de análisis</b>	Bajo	Alto
<b>Argumentación</b>	Bajo	Medio-Alto
<b>Toma de decisiones fundamentadas</b>	Bajo	Alto
<b>Relación con fenómenos reales</b>	Medio	Alto

**Tabla 2.** Percepción de los estudiantes sobre la modelación matemática

<b>Aspecto valorado</b>	<b>Porcentaje de respuestas positivas</b>
<b>Motivación e interés</b>	85%
<b>Comprensión de conceptos</b>	78%
<b>Relación con la vida cotidiana</b>	82%
<b>Desarrollo del pensamiento crítico</b>	80%

Estos resultados confirman que la modelación matemática constituye una estrategia eficaz para promover aprendizajes significativos y fortalecer el razonamiento crítico en el aula. La evidencia recogida muestra que los estudiantes no solo mejoraron en términos de comprensión conceptual, sino



que también desarrollaron habilidades de análisis, argumentación y toma de decisiones, lo que refuerza la pertinencia de la modelación como herramienta didáctica.

## **DISCUSIÓN**

La discusión de los resultados obtenidos permite interpretar de manera más profunda el impacto de la modelación matemática en el desarrollo del razonamiento crítico, articulando los hallazgos con el marco teórico y los antecedentes revisados. En primer lugar, los datos muestran que los estudiantes lograron relacionar la matemática con fenómenos de su vida cotidiana, lo cual coincide con lo planteado por Blum y Borromeo Ferri respecto a la importancia de transitar entre el mundo real y el mundo matemático. Este tránsito no solo favoreció la comprensión conceptual, sino que también estimuló la capacidad de análisis crítico, al exigir que los estudiantes evaluaran la pertinencia de sus modelos y reconocieran sus limitaciones.

La evolución observada en la calidad de los argumentos presentados por los estudiantes confirma lo señalado por Facione sobre las habilidades que conforman el pensamiento crítico: interpretación, análisis, inferencia y explicación. Los participantes mostraron avances en todas estas dimensiones, especialmente en la disposición para justificar sus respuestas y contrastar diferentes enfoques. Este hallazgo refuerza la idea de que la modelación matemática constituye un espacio privilegiado para el ejercicio del razonamiento crítico, al situar a los estudiantes en escenarios donde deben argumentar y tomar decisiones fundamentadas.

En relación con la motivación, los resultados evidencian que las actividades de modelación generaron un alto nivel de interés y participación, lo que coincide con investigaciones previas que destacan la capacidad de la modelación para incrementar la motivación estudiantil. Este aspecto es relevante porque la motivación se convierte en un factor que potencia el aprendizaje significativo y facilita la disposición de los estudiantes para involucrarse en procesos reflexivos.

Otro aspecto importante es la dimensión social de la modelación matemática. La interacción grupal favoreció el diálogo, la argumentación y la negociación de significados, lo que se relaciona directamente con la teoría socio-cultural de Vygotsky. Los estudiantes no solo construyeron conocimiento individual, sino que también desarrollaron competencias sociales al aprender a escuchar, debatir y aceptar críticas



constructivas. Este hallazgo sugiere que la modelación matemática contribuye al desarrollo integral de los estudiantes, al fortalecer tanto sus habilidades cognitivas como sociales.

Sin embargo, también se identificaron algunas limitaciones que deben ser consideradas. La resistencia inicial de ciertos estudiantes a participar en actividades diferentes de la enseñanza tradicional refleja la necesidad de preparar a los participantes para asumir metodologías innovadoras. Asimismo, el tiempo limitado para la implementación de las actividades restringió la posibilidad de observar cambios más profundos en el razonamiento crítico. Estas limitaciones coinciden con lo señalado en estudios previos, que advierten sobre la importancia de la continuidad y la sistematicidad en la aplicación de la modelación matemática.

En síntesis, la discusión permite concluir que la modelación matemática constituye una estrategia eficaz para promover el razonamiento crítico en el aula, al integrar teoría y práctica, favorecer la motivación y potenciar la interacción social. Los hallazgos obtenidos se alinean con los postulados teóricos revisados y aportan evidencia empírica que respalda la pertinencia de incorporar la modelación en los programas educativos. No obstante, se requiere seguir investigando para superar las limitaciones identificadas y profundizar en la comprensión de los mecanismos que explican la relación entre modelación y pensamiento crítico.

## **CONCLUSIONES**

El presente estudio permitió analizar la modelación matemática como herramienta para el desarrollo del razonamiento crítico en el aula, evidenciando su potencial para transformar las prácticas pedagógicas tradicionales. Los hallazgos muestran que los estudiantes lograron relacionar la matemática con fenómenos de su vida cotidiana, lo que favoreció la comprensión conceptual y estimuló la capacidad de análisis crítico. Este resultado confirma que la modelación constituye un puente entre el mundo real y el mundo matemático, generando aprendizajes significativos y duraderos.

Asimismo, se constató un incremento en la calidad de los argumentos presentados por los estudiantes, quienes mostraron mayor disposición para justificar sus respuestas, contrastar enfoques y aceptar críticas constructivas. Este avance refleja un fortalecimiento del razonamiento crítico, entendido como la capacidad de evaluar información y tomar decisiones fundamentadas en evidencia. La motivación



también se vio potenciada, ya que los participantes manifestaron que la matemática adquiriría mayor sentido cuando se vinculaba con problemas reales.

Desde el punto de vista pedagógico, la modelación matemática se presenta como una alternativa metodológica que integra teoría y práctica, fomenta la interdisciplinariedad y potencia la interacción social. Los docentes encontraron en ella una herramienta útil para enriquecer su práctica y promover la formación integral de los estudiantes, al desarrollar competencias cognitivas, sociales y emocionales.

No obstante, se reconocen limitaciones relacionadas con el tiempo disponible para la implementación de las actividades y la resistencia inicial de algunos estudiantes a metodologías innovadoras. Estas limitaciones sugieren la necesidad de continuar investigando y de garantizar la sistematicidad en la aplicación de la modelación matemática para observar cambios más profundos en el razonamiento crítico.

En conclusión, la modelación matemática constituye una estrategia eficaz para promover el pensamiento crítico en el aula, ofreciendo a los docentes una herramienta que no solo facilita la enseñanza de contenidos, sino que también contribuye a la formación de ciudadanos reflexivos y capaces de enfrentar los desafíos del siglo XXI. El estudio aporta evidencia empírica que respalda la pertinencia de incorporar la modelación en los programas educativos y abre la posibilidad de futuras investigaciones que profundicen en sus mecanismos y alcances.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appelbaum, P., & Davila, E. (2009). Math education and social justice: Gatekeepers, politics and teacher agency. In P. Ernest, B. Greer, & B. Sriraman (Eds.), *Critical issues in mathematics education* (pp. 375–394). Information Age Publishing.
- Applebaum, M., & Leikin, R. (2007). Looking back at the beginning: Critical thinking in solving unrealistic problems. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 4(2), 258–265.
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45–58.
- Cisneros Estupiñán, M., & Olave Arias, W. (2012). *La escritura en la universidad: Una propuesta didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico*. Editorial Universidad del Valle.



- Common Core State Standards Initiative. (2010). *Mathematics standards*.  
<http://www.corestandards.org/Math>
- Ernest, P. (2010). The scope and limits of critical mathematics education. In H. Alrø, O. Ravn, & P. Valero (Eds.), *Critical mathematics education: Past, present and future* (pp. 65–87). Sense Publishers.
- Facione, P. A. (2015). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Insight Assessment.
- Fawcett, H. P. (1938). *The nature of proof*. Bureau of Publications, Teachers College, Columbia University. (Reprinted by the National Council of Teachers of Mathematics, 1995).
- Gómez-Aragón, M., Aragón-Méndez, M. del M., Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Oliva, J. M. (2025). Creative and critical thinking and modelling: Confluences and implications for science teaching. *Journal of Intelligence*, 13(9), 111. <https://doi.org/10.3390/jintelligence13090111>
- Jablonka, E. (1997). What makes a model effective and useful (or not)? In W. Blum, I. Huntley, S. K. Houston, & N. Neill (Eds.), *Teaching and learning mathematical modelling: Innovation, investigation and applications* (pp. 39–50). Albion Publishing.
- Keitel, C., Kotzmann, E., & Skovsmose, O. (1993). Beyond the tunnel vision: Analyzing the relationship between mathematics, society and technology. In C. Keitel & K. Ruthven (Eds.), *Learning from computers: Mathematics education and technology* (pp. 243–279). Springer.
- Legrand, M. (2001). Scientific debate in mathematics courses. In D. Holton (Ed.), *The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study* (pp. 127–137). Kluwer Academic Publishers.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. NCTM.

