

FUNDAMENTACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE UNA PROPUESTA DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE MATEMÁTICAS CON EL ENFOQUE STEAM: UN ANÁLISIS DESDE LA FACETA ECOLÓGICA DEL GAID-FORMADOR

Foundations and planning of a mathematics teacher education programme with a STEAM approach: an analysis from the ecological facet of the GAID-formator

Martins, A. C.^a, Tinti, D. S.^a, Burgos, M.^b y Sette, P. F.^a

^aUniversidade Federal de Ouro Preto, ^bUniversidade de Granada

Resumen

Este trabajo analiza la fundamentación y la planificación de una propuesta de formación continua para profesores de Matemáticas en una escuela pública de Minas Gerais - Brasil, en el contexto de un proyecto de innovación en educación básica. La propuesta busca fomentar prácticas pedagógicas innovadoras a partir del enfoque STEAM. La investigación utiliza registros de reuniones, documentos curriculares y anotaciones de la formadora. El análisis se centra en la faceta ecológica de la Guía de Análisis de Idoneidad Didáctica para el formador. Los resultados muestran que la planificación estuvo influenciada por orientaciones curriculares, demandas de los docentes y características del contexto escolar. También se evidenció la búsqueda de interdisciplinariedad e innovación didáctica. Se concluye que la planificación de la formación docente implica considerar múltiples condicionantes del contexto educativo.

Palabras clave: Formación del profesorado; GAID-Formador; Enfoque STEAM; Prácticas pedagógicas innovadoras; Faceta Ecológica.

Abstract

This study analyses the rationale and planning of a continuing professional development proposal for Mathematics teachers in a public school in Minas Gerais, Brazil, within the context of an innovation project in basic education. The proposal seeks to promote innovative pedagogical practices based on the STEAM approach. The research uses records of meetings, curricular documents, and notes from the teacher educator. The analysis focuses on the ecological facet of the Didactic Suitability Analysis Guide for teacher educators. The results show that the planning process was influenced by curricular guidelines, teachers' demands, and characteristics of the school context. It also revealed a search for interdisciplinarity and didactic innovation. It is concluded that planning teacher education involves considering multiple constraints of the educational context.

Keywords: Teacher professional development; GAID-Trainer; STEAM approach; Innovative pedagogical practices; Ecological Facet.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, diversas iniciativas educativas han promovido cambios en las prácticas pedagógicas de la educación básica, especialmente en la enseñanza de Ciencias y Matemáticas. En este marco, el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) se presenta como una alternativa para fomentar la integración de áreas, el pensamiento crítico y la resolución de problemas en contextos significativos (Rossi et al., 2025).

Por un lado, la incorporación de enfoques innovadores exige procesos de desarrollo profesional docente basados en la reflexión sobre la práctica y la construcción colectiva de nuevas formas de organización pedagógica. Según Cunha (2008), la innovación se sustenta en la reflexión crítica, donde la duda y la inseguridad forman parte del proceso de toma de decisiones profesionales. Por otro, el trabajo colaborativo constituye un elemento clave en el aprendizaje y desarrollo profesional docente, al favorecer el intercambio de experiencias y la producción compartida de conocimientos, configurándose como espacios relevantes para la formación del profesorado (Fiorentini, 2004; Tinti et al., 2023).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es analizar el proceso de fundamentación y planificación de una propuesta formativa dirigida a profesores de Matemáticas de una escuela de educación básica de una red pública de enseñanza. Se pretende identificar cómo influyeron en la construcción de la propuesta formativa diferentes elementos del contexto educativo, como orientaciones curriculares, demandas de la escuela participante, características del grupo de profesores y objetivos del proyecto de investigación. Con el fin de abordar estas cuestiones, la investigación adopta como referente teórico-metodológico, la Guía de Análisis de la Idoneidad Didáctica de Procesos de Desarrollo Profesional Docente (GAID-Formador), desarrollada por Godino (2024), que ofrece un marco analítico para apoyar el análisis, valoración y reflexión de la adecuación desde el punto de vista didáctico de las experiencias de formación docente.

MARCO TEÓRICO

La teoría de la idoneidad didáctica viene motivada por la necesidad de desarrollar herramientas teórico-metodológicas que permitan pasar de una didáctica descriptiva-explicativa a una didáctica orientada hacia la intervención en el aula, esto es, del análisis y descripción de los procesos educativos, al diseño, implementación y evaluación de la enseñanza y el aprendizaje (Breda et al., 2018; Godino, 2024). La idoneidad didáctica se refiere al grado en que un proceso instruccional logra un aprendizaje significativo de los estudiantes de unas Matemáticas ricas, teniendo en cuenta circunstancias personales, contextuales y temporales (Godino, 2024).

La teoría de la idoneidad didáctica aporta, por un lado, una estructuración en categorías (facetas, componentes) del sistema de criterios para la fundamentación, diseño, implementación y evaluación de las experiencias educativas. Por otro, enunciados explícitos de criterios de idoneidad con diferentes niveles de concreción para las diferentes facetas y componentes que determinan y condicionan los procesos instruccionales: epistémica, cognitiva, afectiva, interaccional, mediacional y ecológica. Los criterios de idoneidad didáctica determinan normas de corrección basadas en supuestos teóricos explícitos sobre el conocimiento matemático, su enseñanza y aprendizaje, asumidos por el Enfoque Ontosemiótico (EOS), que incorporan el consenso de la comunidad interesada en la educación matemática. Estos principios, a priori orientan sobre cómo se deben hacer las cosas, y a posteriori, permiten valorar el proceso de enseñanza y aprendizaje implementado.

Desde la perspectiva de la formación del profesorado, los criterios de idoneidad didáctica orientan la reflexión sobre la calidad de los procesos instruccionales dirigidos a profesores de matemáticas en sus dos componentes: matemática y didáctico-matemática. En este sentido, la GAID-Formador constituye el sistema de categorías de conocimientos y competencias profesionales del formador que intervienen en el diseño, implementación y evaluación de los procesos de formación de profesores de matemáticas.

Entre las distintas facetas de la idoneidad didáctica, este estudio centra su atención en la faceta ecológica. La faceta ecológica se refiere a las relaciones entre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas y el conjunto de condiciones institucionales, curriculares, culturales y sociales que influyen y regulan dichas prácticas. Se asume que las decisiones didácticas tomadas por profesores y formadores no pueden comprenderse únicamente a partir de aspectos internos al contenido matemático o a las interacciones en el aula, sino que también deben analizarse en función

de las normas, valores, expectativas y orientaciones que caracterizan el contexto educativo en el que se desarrollan estas prácticas.

El proceso formativo debe promover en los profesores conocimientos, habilidades y disposiciones para que los procesos de instrucción matemática que diseñen e implementen estén en concordancia con el proyecto educativo del centro y la sociedad, teniendo en cuenta los condicionamientos del entorno en que se desarrolla y las innovaciones basadas en la investigación educativa (Godino 2024, p. 340).

Los procesos de enseñanza están insertos en sistemas institucionales que establecen objetivos educativos, currículos, materiales didácticos, formas de evaluación y modos de organización del trabajo pedagógico. Estos elementos influyen en la selección y organización de los contenidos, en las estrategias didácticas adoptadas y en las posibilidades de innovación pedagógica. De este modo, el análisis de la faceta ecológica permite comprender cómo las prácticas educativas se articulan con tales condicionantes y cómo profesores y formadores negocian, reinterpretan o adaptan estas orientaciones en el desarrollo de sus acciones pedagógicas.

En el campo de la formación del profesorado, la dimensión ecológica resulta particularmente relevante, ya que las propuestas formativas se sitúan en contextos institucionales específicos y necesitan dialogar con las demandas y condiciones reales del trabajo docente. En este sentido, Godino (2024) propone un conjunto de criterios de idoneidad parciales y específicos para analizar la faceta ecológica de los procesos de formación didáctico-matemática del profesorado. Estos criterios orientan la reflexión sobre los condicionantes institucionales, curriculares y socioculturales que influyen en la organización y el desarrollo de las experiencias formativas. En la Tabla 1 se presentan dichos criterios.

Tabla 1

Criterios sobre la faceta ecológica del proceso formativo (Adaptado de Godino, 2024, p. 359)

Criterios parciales	Criterios específicos
El proceso formativo debería estar en concordancia con el proyecto educativo del centro y la sociedad, teniendo en cuenta los condicionamientos del entorno en que se desarrolla y las innovaciones basadas en la investigación educativa.	El proceso formativo debería tener en cuenta: a. Las orientaciones curriculares sobre desarrollo profesional docente y su fundamentación. b. Los resultados de la investigación en formación de profesores. c. La búsqueda, selección y adaptación de buenas prácticas que impliquen el uso del contexto real y la interdisciplinariedad en la formación de profesores, así como el uso de la tecnología. d. Los condicionantes y restricciones del entorno social en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas y su didáctica (factores económicos, políticos, culturales). e. La formación en valores democrático.

La faceta ecológica implica reconocer que la fundamentación y planificación de la formación se desarrollan en relación con las directrices y el contexto educativo, con la intención de contribuir a la formación socioprofesional de una manera integral. En este marco, el enfoque STEAM se incorpora como referencia al promover propuestas interdisciplinares sólidas basadas en problemas contextualizados que atienden a demandas curriculares y de innovación educativa (Martins y Tinti, 2025). En este sentido, el STEAM no se limita a integrar áreas, sino que favorece que los profesores analicen, adapten y diseñen prácticas que articulen contenidos matemáticos con otras disciplinas en coherencia con su práctica profesional (Diego-Mantecón et al., 2022).

METODOLOGÍA

Esta investigación se caracteriza como un estudio de naturaleza cualitativa, orientado a comprender el proceso de fundamentación y planificación de una propuesta formativa en el contexto de la

formación continua de profesores de Matemáticas, considerando la complejidad de las decisiones y condicionantes que atraviesan la práctica docente (Minayo, 2001).

La acción formativa se desarrolló en el marco de un proyecto de colaboración entre universidad y escuela, dirigido a profesores de Matemáticas de una institución pública de Minas Gerais (Brasil), con participación puntual de docentes de Geografía y Biología. Se organizó a través de encuentros on-line (agosto–octubre de 2025), estructurados en tres momentos: (i) identificación de demandas y problematización de la práctica docente, evidenciando dificultades como el compromiso del alumnado, la presión de evaluaciones externas y los desafíos de la interdisciplinariedad; (ii) introducción y discusión del enfoque STEAM mediante el análisis de situaciones contextualizadas, como el consumo energético y los apagones; y (iii) diseño colaborativo de propuestas didácticas, destacándose el proyecto “Desafíos de los apagones: propuestas de soluciones basadas en energías limpias”, que integró contenidos de Matemáticas, Geografía y Biología. Durante el proceso, se elaboraron actividades, se seleccionaron contenidos y se definieron estrategias didácticas en diálogo con el contexto escolar. La formadora actuó como mediadora, orientando las discusiones, sistematizando ideas y articulando aportes teóricos y metodológicos, configurando la formación como un espacio de interacción entre investigación en Educación Matemática y experiencia docente.

El estudio se centra en las etapas de fundamentación y planificación de la propuesta formativa descrita anteriormente. Estas etapas implicaron la consideración de diversos elementos específicos de la dimensión ecológica, tales como: las orientaciones curriculares vigentes; las demandas expresadas por los profesores y por la institución escolar; las características del grupo de docentes participantes; y los objetivos del proyecto de investigación en el que se inscribe la formación.

Los datos proceden de múltiples fuentes: registros de reuniones con los profesores, anotaciones reflexivas de la formadora, documentos curriculares (Currículo de Referencia de Minas Gerais) y materiales de planificación, como guiones y propuestas didácticas. Las anotaciones se diferencian de los registros de reuniones en que estos recogen interacciones colectivas, mientras aquellas corresponden a un proceso individual de reflexión y sistematización. El análisis interpretativo de los datos tomó como referente el sistema de indicadores de la faceta ecológica de la GAID-Formador (Tabla 1). El objetivo fue identificar evidencias de cómo los distintos condicionantes del contexto educativo influyeron en la definición de los objetivos, en la organización de las actividades formativas y en la orientación metodológica de la propuesta.

ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECOLÓGICA EN LA FUNDAMENTACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA PROPUESTA FORMATIVA

El análisis del proceso de fundamentación de la propuesta formativa permitió identificar diferentes elementos del contexto educativo que influyeron en las decisiones tomadas durante estas fases de la formación. En este proceso, es posible identificar en el objetivo de la propuesta formativa aspectos que conectan con indicadores de la faceta ecológica, tales como las conexiones entre áreas del conocimiento, las orientaciones curriculares, las posibilidades de innovación didáctica, las condiciones socioprofesionales del profesorado y las relaciones entre la enseñanza escolar y el contexto social del alumnado. Con el fin de hacer explícita esta relación, el análisis se organiza en función de los criterios de la faceta ecológica del GAID-Formador.

Alineación con las orientaciones curriculares (criterio a)

Un aspecto relevante identificado en el proceso de planificación se refiere a la relación con las orientaciones curriculares, lo que corresponde al indicador de alineación con las directrices institucionales de la faceta ecológica. Esta relación se evidencia cuando la propuesta formativa se fundamenta en el Currículo de Referencia de Minas Gerais, documento que orienta la enseñanza en

la red estatal y que está alineado con la Base Nacional Común Curricular de Brazil. Como se señala en el documento curricular:

La selección de las prácticas de enseñanza del componente curricular de las Matemáticas contempla, entre otras, la utilización de actividades investigativas, el trabajo colaborativo y el estudio sistemático en cada etapa de enseñanza (Minas Gerais, 2018, p. 654).

La adopción de elementos asociados al enfoque STEAM fue considerada como una posibilidad para favorecer esta perspectiva, ya que permite situar conceptos matemáticos en situaciones que involucran conocimientos de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las artes, en procesos de investigación de un problema real de la sociedad.

Esta decisión se concretó en la planificación de actividades en las que los profesores debían analizar datos reales de consumo energético, organizar información en tablas y gráficos y discutir posibles interpretaciones en relación con problemáticas sociales, lo que evidencia la articulación entre las orientaciones curriculares y las propuestas desarrolladas en la formación.

En este sentido, se presentó a los profesores el enfoque STEAM, ya que algunos no lo conocían. Uno de los profesores participantes expresó:

“Era una aproximación que no conocía. Pasé a entenderla como una forma de hacer el aprendizaje más dinámico y orientado a la resolución de problemas reales, valorando tanto el razonamiento lógico como la expresión creativa”. (Reunión realizada el 20/08/2025).

En este contexto, la incorporación de estrategias basadas en la investigación, la resolución de problemas y el desarrollo de actividades interdisciplinarias fue considerada como una alternativa para ampliar las formas de abordaje de los contenidos en el aula.

Apertura a la innovación didáctica (criterio c)

La incorporación del enfoque STEAM puede interpretarse como una respuesta a la búsqueda de innovación didáctica, lo que se relaciona con el indicador de apertura a la innovación pedagógica de la faceta ecológica. Esta decisión refleja una tentativa de ampliar las formas de abordaje de los contenidos matemáticos en la escuela participante. Esta apertura se materializó en el diseño de la propuesta interdisciplinar “Desafíos de los apagones: propuestas de soluciones basadas en energías limpias”, elaborada durante la fase de diseño colaborativo de la formación, en la que los profesores participaron activamente en la definición de actividades y contenidos.

En lo que se refiere a las conexiones intra e interdisciplinarias, se puede observar que, durante la fase de planificación, se buscó construir propuestas que permitieran establecer articulaciones entre diferentes contenidos de las Matemáticas y, al mismo tiempo, aproximar esta área a otros campos del conocimiento. En este sentido, la propuesta de proyecto se estructuró a partir de la colaboración entre distintas áreas, como se puede observar en el fragmento de la propuesta de formación.

“Geografía: Estudiar la matriz energética global, brasileña y de la ciudad; relacionar la localización geográfica, el clima y la infraestructura energética; realizar un levantamiento de casos de apagones en el mundo, en Brasil y en la ciudad. (sala de informática). Matemáticas: organizar datos de consumo en tablas y gráficos; comparar costos y eficiencia entre fuentes renovables y no renovables; realizar proyecciones de consumo y demanda energética. Biología: analizar los impactos de las fuentes de energía en la biodiversidad y en la salud; discutir las ventajas ambientales de las energías limpias.” (Fragmento documentos producidos durante el proceso de planificación de la formación, 2025)

Esta articulación se evidencia particularmente en la propuesta de trabajar el tema de las energías renovables mediante el análisis de datos. En este contexto, se prevé el uso de gráficos y porcentajes para examinar información sobre el consumo energético, lo que permite establecer conexiones entre

contenidos matemáticos, especialmente de estadística y proporcionalidad, y problemáticas socioambientales actuales.

Adaptación a las condiciones socioprofesionales del profesorado (criterio d)

Otro elemento relevante se refiere a la adaptación socioprofesional y cultural de la propuesta formativa. El proceso de planificación tuvo en cuenta las demandas presentadas por los profesores de la escuela participante, así como las características del contexto en el que desarrollan su práctica pedagógica. Las dificultades y experiencias compartidas por los docentes contribuyeron a orientar la definición del tema de la formación y de las estrategias a explorar. Un aspecto que se evidenció fue el cansancio y descontento de los profesores en relación con las exigencias vinculadas a las evaluaciones externas:

Una posible dificultad se relaciona con la conciliación de los diferentes plazos y demandas del sistema educativo. Lamentablemente, las demandas cotidianas son numerosas y cada vez resulta más difícil desarrollar propuestas de carácter interdisciplinar. (Reunión realizada el 20/08/2025).

Este descontento puede interpretarse como un condicionante que limita las posibilidades de innovación pedagógica e incluso como un posible conflicto vinculado a la interpretación de las demandas curriculares. En este sentido, se pensó en una formación que dialogara con las condiciones reales de trabajo y con las necesidades identificadas en el cotidiano escolar. Asimismo, se reconoce la importancia de generar espacios de coordinación y diálogo entre los docentes, considerados fundamentales para garantizar la calidad de la práctica pedagógica, especialmente cuando el trabajo educativo exige la articulación entre diferentes áreas del conocimiento y la colaboración entre profesores de distintas especialidades, lo que requiere la integración adecuada de saberes para favorecer procesos de enseñanza y aprendizaje de carácter interdisciplinario (Falcó-Solsona, 2025).

Educación en valores y relación con el contexto social (criterio e)

Además, la planificación también consideró aspectos relacionados con la educación en valores y con la relación entre la enseñanza y el entorno social de los estudiantes. La propuesta buscó favorecer la elaboración de actividades que aproximaran los contenidos matemáticos a situaciones presentes en la vida cotidiana, posibilitando la discusión de problemas que dialogan con diferentes dimensiones de la realidad social. Sobre esto, en una reunión de presentación del proyecto y de escucha de las demandas de los docentes, uno de los profesores señaló:

Podríamos, por ejemplo, tratar el tema de la energía renovable, incorporando datos estadísticos y analizando el impacto que tiene en el medio ambiente y en la sociedad, discutiendo también las cuestiones sociales involucradas. (Reunión realizada el 20/08/2025).

Estas decisiones se concretaron en la selección de problemáticas como el consumo energético y las energías renovables, que permiten abordar no solo contenidos matemáticos, sino también cuestiones sociales y ambientales, favoreciendo una aproximación crítica a la realidad. Esta perspectiva contribuye a ampliar el significado atribuido a la enseñanza de las Matemáticas, al evidenciar sus posibilidades de aplicación y su relación con otras áreas del conocimiento.

Articulación entre universidad y escuela (criterios b y d)

Por último, es importante considerar que el propio proceso de fundamentación de la formación estuvo influenciado por la alianza establecida entre la universidad y la escuela de educación básica participante del proyecto. Esta articulación se concretó en las reuniones iniciales de diagnóstico y en las fases de diseño de la formación, en las que los profesores participaron activamente en la definición de temas, actividades y enfoques, mientras que la formadora aportó referentes teóricos y orientaciones metodológicas.

Durante la planificación de la formación, se propusieron marcos teóricos y ejemplos basados en el enfoque STEAM para ampliar el trabajo interdisciplinar. A lo largo de las discusiones, los profesores

reinterpretaron estas propuestas según su contexto, identificando posibilidades y limitaciones para su implementación. Este proceso evidenció la necesidad de adaptar los referentes teóricos a las condiciones institucionales y a la práctica docente cotidiana. (Anotación de la formadora, 2025)

Esta articulación creó condiciones para la construcción de un espacio de diálogo entre diferentes perspectivas, en el cual los conocimientos producidos en el campo de la investigación en Educación Matemática pudieron ponerse en interlocución con las experiencias y saberes construidos por los profesores en el ejercicio de su práctica. Este resultado corrobora el estudio de Silva y Tinti (2021) al defender la importancia de planificar espacios de formación con miras a movilizar el conocimiento especializado de los docentes. En este sentido, la planificación de la formación fue delineándose a partir de la interacción entre referentes teóricos y las demandas concretas del contexto escolar, configurando un proceso de construcción que procuró articular diferentes dimensiones del trabajo pedagógico.

CONSIDERACIONES FINALES

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el proceso de fundamentación y planificación de una propuesta formativa dirigida a profesores de Matemáticas, a partir de los criterios de la faceta ecológica del GAID-Formador. El análisis permitió identificar cómo diferentes elementos del contexto educativo influyeron en la definición de los objetivos, en la organización de las actividades formativas y en la orientación metodológica de la propuesta.

Los resultados evidencian que la planificación de la formación estuvo fuertemente condicionada por la reflexión (Cunha, 2008) y por distintos factores del entorno institucional y profesional. Entre ellos se destacan las orientaciones curriculares vigentes, particularmente el Currículo de Referencia de Minas Gerais (Minas Gerais, 2018); las demandas y preocupaciones expresadas por los profesores participantes; las condiciones socioprofesionales del contexto escolar; y los objetivos del propio proyecto de investigación que dio origen a la iniciativa formativa. Estos elementos contribuyeron a orientar la selección del enfoque STEAM como una posibilidad para promover prácticas pedagógicas innovadoras y favorecer la articulación entre diferentes áreas del conocimiento. Asimismo, el análisis muestra que la incorporación de propuestas interdisciplinarias, basadas en problemáticas del contexto social -como el estudio de las energías renovables-, permitió establecer posibles conexiones entre los contenidos matemáticos y situaciones relevantes para la vida de los estudiantes. Desde la perspectiva de la faceta ecológica del GAID-Formador (Godino, 2024), estas decisiones reflejan una búsqueda por articular la formación docente con la enseñanza de las Matemáticas, las orientaciones curriculares, las demandas del contexto escolar y con los desafíos contemporáneos de la educación. Otro aspecto relevante se refiere al papel del trabajo colaborativo entre universidad y escuela en la construcción de la propuesta formativa (Fiorentini, 2004; Tinti et al., 2023). Esta articulación posibilitó un espacio de diálogo entre los conocimientos producidos en el campo de la investigación en Educación Matemática y las experiencias profesionales de los docentes participantes, favoreciendo la elaboración de una propuesta que buscó responder tanto a las orientaciones teóricas como a las necesidades concretas del contexto escolar.

Al mismo tiempo, el estudio permite señalar algunas limitaciones del análisis realizado. Aunque el GAID-Formador ofrece un marco analítico relevante para examinar distintos aspectos implicados en la organización de procesos formativos, el enfoque adoptado en este trabajo -centrado específicamente en la faceta ecológica- no permite profundizar en otros elementos igualmente relevantes, como los conocimientos didáctico-matemáticos movilizados por la formadora durante el proceso de planificación y desarrollo de la formación. En este sentido, futuras investigaciones podrían ampliar el análisis considerando otras facetas de la idoneidad didáctica, así como explorar con mayor profundidad los conocimientos profesionales implicados en la actuación de los formadores de profesores de Matemáticas. Tales estudios pueden contribuir a comprender con mayor detalle los

procesos de diseño, implementación y análisis de propuestas formativas orientadas a la innovación en la enseñanza de las Matemáticas.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con el apoyo de la Capes/Brasil, de la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Minas Gerais - FAPEMIG (APQ 05497-23) y del Proyecto PID2022-139748NB-I00 financiado por MICIU/AEI /10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

Referencias

- Breda, A., Font, V., Lima, V. M. R. y Pereira, M. V. (2018). Componentes e indicadores de los criterios de idoneidad didáctica desde la perspectiva del enfoque ontosemiótico. *Transformación*, 14(2), 162-176.
- Cunha, M. I. (2008). *Inovações pedagógicas: O desafio da reconfiguração de saberes na docência universitária*. Universidade de São Paulo.
- Diego-Mantecón, J. M., Ortiz-Laso, Z. y Blanco, T. F. (2022). Reflexiones del Open STEAM Group sobre el impacto del enfoque integrado del contenido en el aprendizaje de las matemáticas. En T. F. Blanco, C. Núñez-García, M. C. Cañadas y J. A. González-Calero (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. 81-94). SEIEM
- Fiorentini, D. (2004). A didática e a prática de ensino mediadas pela investigação sobre a prática. In J. P. Romanowski, P. L. O. Martins, y S. R. Junqueira (Orgs.), *Conhecimento local e conhecimento universal: Pesquisa, didática e ação docente* (Vol. 1, pp. 243-257). Champagnat.
- Falcó-Solsona, P. J., Sala-Sebastià, G., Breda, A., Font, V. y Vanegas, Y. (2025). Uso de los criterios de idoneidad didáctica en una situación de aprendizaje interdisciplinar. En M. Burgos, M. C. Cañadas, J. M. Marbán e I. Polo-Blanco (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVIII* (pp. 172-179). SEIEM.
- Godino, J. D. (2024). *Enfoque ontosemiótico en la educación matemática: Fundamentos, herramientas y aplicaciones*. Aula Magna.
- Martins, A. C. y Tinti, D. S. (2025). A abordagem STEAM como ferramenta para inovação educacional. In D. S. Tinti (Org.), *Práticas inovadoras no Ensino de Ciências e de Matemática: perspectivas teóricas e metodológicas* (pp. 41-49). Livraria da Física.
- Minas Gerais. Secretaria de Estado de Educação. (2018). *Currículo de referencia de Minas Gerais: Educação infantil y enseñanza fundamental*. SEE/MG.
- Minayo, M. C. (2001). *Investigación social: Teoría, método y creatividad* (18.^a ed.). Vozes.
- Rossi, M., Diogo, R. C. y Mello, G. J. (2025). Investigações sobre o uso da abordagem STEAM na prática escolar: estado do conhecimento entre 2017 a 2022. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 27, 1-28. <https://doi.org/10.1590/1983-2117-53892>
- Silva, J. F y Tinti, D. S. (2021). Planning of training spaces and the mobilization of Didactic-Mathematical Knowledge: a look at the Pedagogical Residency Program. *Revemop*, 3, 1-26. <https://doi.org/10.33532/revemop.e202136>
- Tinti, D. S., Silva, W. R. y Manrique, A. L. (2023). Analyzing Indications of Characteristic and Constitutive Aspects of the Collaborative Work of Teachers who Teach Mathematics. *REMat*, 20, 1-17.
- Tinti, D. S. (2025). *Práticas inovadoras en la enseñanza de ciencias y de matemáticas: Perspectivas teóricas y metodológicas* (Vol. 1). LF Editorial.