



La Teoría de Situaciones Didácticas como Metodología para la Enseñanza de la Modelización Matemática

*The Theory of Didactic Situations as a Methodology for Teaching
Mathematical Modeling*

*A Teoria das Situações Didáticas como Metodologia para o Ensino de
Modelagem Matemática*

Mateo Sacaquirín^{1*}, César Trelles²

Received: Sep/10/2024 • Accepted: Apr/8/2025 • Published: Nov/30/2025

Resumen

[Objetivo] El objetivo principal de la presente investigación fue medir el impacto que tiene en el rendimiento académico una propuesta de enseñanza de modelización matemática de funciones, empleando la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau. **[Metodología]** Se llevó a cabo un estudio de tipo cuantitativo con diseño preexperimental a partir de una muestra de 22 estudiantes de bachillerato que pertenecen a la Unidad Educativa Remigio Crespo Toral (Ecuador). Previamente, los participantes siguieron una rutina de estudio convencional de los temas de modelización de funciones. Posteriormente, se realizó un pretest para evaluar el rendimiento académico del grupo. A continuación, se llevaron a cabo ocho sesiones de trabajo durante las cuales se aplicaron las situaciones didácticas. Finalmente, se procedió a realizar el postest para evaluar los resultados después de la intervención. **[Resultados]** Mediante el análisis descriptivo de las calificaciones se observa una mejora del 87 % en las calificaciones obtenidas en el postest. Asimismo, en la aplicación de la prueba de hipótesis *t de student* se obtuvo una diferencia significativa entre las calificaciones del pretest y el postest ($p\text{-valor} < 0,05$). Adicionalmente, se constató como la Teoría de Situaciones Didácticas es compatible con el ciclo de modelización al fortalecer distintas competencias de modelización como el uso de gráficas y lenguaje algebraico. **[Conclusiones]** Por lo tanto, se determinó que la modelización matemática a través de las situaciones didácticas influyó significativamente, en la mejora del rendimiento académico.

Palabras clave: Teoría de Situaciones Didácticas; modelización matemática; Educación Matemática; bachillerato ecuatoriano

* Corresponding author

Mateo Sacaquirín, ✉ mateo.sacaquirin@educacion.gob.ec,  <https://orcid.org/0009-0000-1113-3915>

César Trelles, ✉ cesar.trellesz@ucuenca.edu.ec,  <https://orcid.org/0000-0002-4096-8353>

1 Unidad Educativa Remigio Crespo Toral, Ministerio de Educación, Girón, Ecuador.

2 Departamento de Educación, Facultad de Filosofía, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.



Abstract

[Objective] The main objective of this research was to measure the impact on academic performance of a teaching proposal for mathematical modeling of functions using Brousseau's theory of didactic situations. **[Methodology]** A quantitative study with a pre-experimental design was conducted with a sample of 22 high school students belonging to the Remigio Crespo Toral Educational Unit (Ecuador). Previously, the participants followed a conventional study routine on the topics of function modeling. A pretest was then administered to evaluate the group's academic performance. Subsequently, eight work sessions were conducted during which the didactic situations were implemented. Finally, a posttest was administered to evaluate the results after the intervention. **[Results]** The results of a descriptive analysis of the grades showed an 87% improvement in posttest scores, and the results of a student's t-test analysis showed a significant difference between the pretest and posttest scores ($p\text{-value} < 0.05$). Furthermore, it was confirmed that the theory of didactic situations is compatible with the modeling cycle by strengthening various modeling competencies, such as the use of graphs and algebraic language. **[Conclusions]** It was shown that mathematical modelling using didactic situations significantly improved academic performance.

Keywords: Theory of didactic situations; mathematical modeling; mathematics education; Ecuadorian high school.

Resumo

[Objetivo] O objetivo principal desta pesquisa foi mensurar o impacto no desempenho acadêmico de uma proposta de ensino de modelagem matemática de funções, utilizando a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau. **[Metodologia]** Foi realizado um estudo quantitativo com delineamento pré-experimental em uma amostra de 22 estudantes do ensino médio pertencentes à Unidade Educacional Remigio Crespo Toral (Ecuador). Anteriormente, os participantes seguiram uma rotina de estudo convencional para tópicos de modelagem funcional. Posteriormente, foi realizado um pré-teste para avaliar o desempenho acadêmico do grupo. Logo, foram então realizadas oito sessões de trabalho durante as quais foram aplicadas as situações de ensino. Por fim, foi realizado um pós-teste para avaliar os resultados após a intervenção. **[Resultados]** Uma análise descritiva das pontuações mostrou uma melhora de 87% nas notas obtidas no pós-teste. Da mesma forma, na aplicação do teste de hipótese *t de Student*, obteve-se diferença significativa entre os escores do pré-teste e do pós-teste (valor de $p < 0,05$). Além disso, constatou-se que a Teoria das Situações Didáticas é compatível com o ciclo de modelagem, fortalecendo diferentes competências de modelagem, como o uso de gráficos e linguagem algébrica. **[Conclusões]** Portanto, determinou-se que a modelagem matemática por meio de situações didáticas influenciou significativamente a melhoria do desempenho acadêmico.

Palavras-chave: Teoria de Situações Didáticas; modelagem matemática; educação matemática; ensino médio Equatoriano



Introducción

En esta época de transición en la que se puede atestiguar cómo los avances tecnológicos influyen en áreas cada vez más sensibles del desarrollo humano, la enseñanza de la Matemática debe brindar su contingente para formar ciudadanos con un pensamiento crítico y matemático capacitado para entender y resolver la diversidad de problemas que involucra una sociedad en constante evolución. En este contexto, la modelización es considerada como una actividad matemática idónea en la cual los estudiantes deben dar un significado a los conceptos aprendidos y extender su uso más allá del ámbito memorístico (Oswalt, 2012).

Las reformas implementadas en el currículo educativo de matemáticas han buscado, durante varios años, la integración de la modelización en diferentes niveles educativos, con el objetivo de que los estudiantes la manejen con solvencia. Trelles y Alsina (2017) enfatizan en la importancia que tiene la modelización en los planes de estudio de diversos países, esto debido al papel que juega en el desarrollo de aplicaciones de la vida real (ingeniería, ciencias de la vida), así como dentro de la propia educación matemática.

Trigueros (2009) manifiesta que la enseñanza de la modelización implica plantear a los estudiantes problemas abiertos y complejos que exijan la aplicación de conocimientos previos y habilidades para elaborar hipótesis y desarrollar modelos pertinentes que expliquen el fenómeno en cuestión.

Por otra parte, la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) propuesta desde la escuela de la didáctica francesa por Brousseau tiene el potencial para constituirse en

una estrategia coherente con los requisitos que exige la modelización. De esta forma, Montagud (2020), señala que en las situaciones didácticas el proceso de enseñanza-aprendizaje del conocimiento matemático, más que un enfoque meramente lógico, es tomado como una construcción colaborativa dentro de la comunidad educativa, en la cual, a partir de la discusión o el debate de un problema matemático, se alcanzan soluciones que generan mayores estrategias en el estudiante y establecen diferentes vías para la comprensión de la teoría matemática.

De esta manera, el objetivo del presente estudio es medir el impacto que tiene en el rendimiento académico una propuesta de enseñanza de modelización matemática de funciones empleando los planteamientos de la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau (2007).

La investigación se realizó en la Unidad Educativa Remigio Crespo Toral, ubicada en la provincia del Azuay, Ecuador. Para ello, se llevó a cabo un estudio preexperimental que evaluó el rendimiento académico de los estudiantes mediante un pretest y un posttest, este último administrado después de la intervención en el aula.

Por lo expuesto, consideramos que la principal contribución de este estudio es combinar dos grandes líneas de investigación en el ámbito de la Educación matemática, como lo son la Teoría de Situaciones Didácticas y la modelización matemática (MM), pues después de una revisión minuciosa de la literatura en las principales bases de datos científicos se puede colegir que la investigación que combine estas temáticas es prácticamente nula.



Marco teórico

La modelización matemática en la educación secundaria

La conceptualización de la modelización matemática no se limita a un único criterio, ya que diversos autores han realizado contribuciones relevantes y multidisciplinarias al respecto. Desde un enfoque práctico [Arseven \(2015\)](#), sostiene que modelizar implica utilizar las matemáticas –ideas y conceptos– para explicar, definir y estimar fenómenos de la vida real.

En una línea similar, [Tong et al. \(2019\)](#) la refieren como una manera de explorar la realidad a partir del uso de herramientas matemáticas como tablas y funciones. Por su parte, [Kaiser y Sriraman \(2006\)](#) desde una visión educativa afirman que la modelización matemática se centra en objetivos tanto pedagógicos como disciplinares, al abordar elementos introductorios o al desarrollar conceptos matemáticos como parte integral de los procesos de aprendizaje.

Asimismo, [Aymerich y Albarracín \(2022\)](#) ven a la modelización matemática como un proceso de resolución de problemas contextualizados en el aula, donde se elabora un modelo matemático para describir el hecho que se está discutiendo.

En la coyuntura actual, el aprendizaje de la modelización matemática se ha convertido en un objetivo de gran relevancia en la educación secundaria. Según [Spoonner et al. \(2023\)](#), al abordar problemas del mundo real, los estudiantes muestran un mayor

interés por las matemáticas y la influencia que esta tiene en su vida cotidiana.

[Porras y Fonseca \(2015\)](#) y [Trelles et al. \(2022\)](#) destacan en sus estudios que, al llevar a cabo actividades de modelización matemática, los estudiantes logran establecer conexiones entre conceptos matemáticos, conocimientos previos y estrategias de resolución de problemas, remarcando además la vinculación de las matemáticas con su entorno. De esta manera, un adecuado enfoque de la modelización permite que los estudiantes no perciban a la matemática únicamente como un conjunto de técnicas y procedimientos, sino que se la conciba como una herramienta útil para resolver problemas.

Del mismo modo, las actividades de modelización favorecen el desarrollo de habilidades que contribuyen a la formación integral de los estudiantes. En este sentido, [Porras y Fonseca \(2015\)](#) manifiestan que las tareas de este estilo propician el trabajo en equipo, lo cual estimula a una construcción activa del conocimiento, pues el abordaje de cada situación genera cuestionamientos y discrepancias de criterios entre los participantes, enriqueciendo las discusiones en el aula. Situación que es corroborada por [Toalongo et al. \(2024\)](#), cuyo estudio en este campo muestra como los estudiantes fortalecen de forma paralela sus capacidades comunicativas y sociales.

La manera de implementar actividades de modelización en el aula exige la búsqueda o elaboración de problemas que sean cognitivamente desafiantes. La construcción de este tipo de problemas sigue un

proceso desde una actividad matemática sencilla hasta un problema de modelización complejo, como se describe en la figura 1:

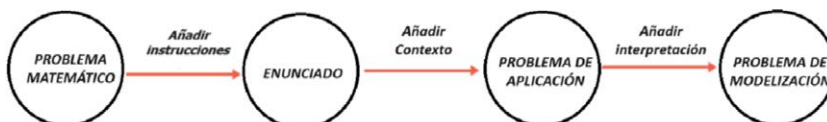


Figura 1. *Vía de transformación de un problema matemático a un problema de modelización.*

Adaptado de Consortium for Mathematics and Its Applications & Society for Industrial and Applied Mathematics ([COMAP & SIAM, 2019](#)).



Por su parte, [Blum y Leiß \(2007\)](#) han avalado que el desarrollo de actividades de modelización se cimenta en el ciclo de modelización. De acuerdo con la figura 2, el ciclo inicia por tomar una situación del mundo real y comprenderla, lo que permite plantear un modelo para resolver dicha situación.

En el siguiente paso, al simplificar y estructurar, se establecen los parámetros y variables que rigen el problema, delimitando así el modelo real a estudiar. A partir de aquí, en el proceso de matematización, se estructura el modelo matemático, el cual es elaborado y resuelto para generar resultados matemáticos. Estos resultados deben ser interpretados para establecer los resultados reales, que luego son validados y comparados con el modelo conceptual. Finalmente, se tiene la fase de presentación, en donde los estudiantes exponen el modelo a los demás grupos con el objetivo de recibir observaciones y sugerencias para llegar a un modelo final.

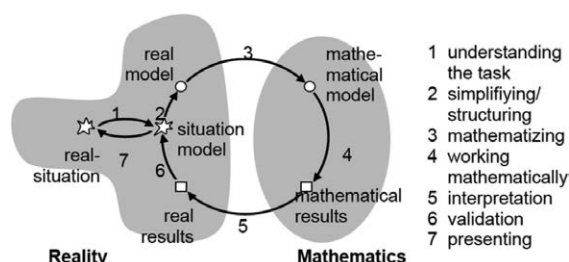


Figura 2. *Ciclo de modelización matemática* de [Blum y Leiß \(2007\)](#).

Asimismo, según [Kaiser y Sriraman \(2006\)](#), las tareas de modelización matemática (MM) se apoyan en el proceso completo de resolución de problemas reales. Por consiguiente, estas tareas deben cumplir con todas las características del ciclo de modelización propuesto por [Blum y Leiß \(2007\)](#): 1) plantear un desafío relevante para los estudiantes; 2) ser innovadoras o auténticas, e

incluir datos reales; 3) abordar un problema macro con diversas vías de resolución; 4) ser complejas, de modo que el proceso de resolución no sea predecible; 5) fomentar la crítica del modelo a partir de los resultados obtenidos; 6) desafiar a los estudiantes a utilizar métodos y conceptos matemáticos que promuevan su progreso en el aprendizaje.

Dificultades en el aprendizaje de la modelización matemática en el aula

Las experiencias educativas basadas en la modelización matemática, realizadas en diversos entornos escolares, señalan numerosos obstáculos que dificultan su implementación efectiva y la obtención de resultados satisfactorios. Entre los factores determinantes se encuentran la inherente complejidad de la modelización en el aula y la falta de preparación tanto de los docentes, quienes lideran estos procesos ([Guerrero y Borromeo, 2022](#); [Zbiek et al., 2024](#)), como de los estudiantes, quienes deben desarrollar habilidades específicas no habituales para poder resolver problemas contextualizados y complejos ([Soon et al., 2011](#); [Jankvist y Niss, 2019](#)).

Inicialmente, [Arseven \(2015\)](#) enfatiza que no existen estándares sobre cómo enseñar matemáticas y ciencia con relación a situaciones de la vida real a través de las actividades de modelización. Por tanto, implementar esta destreza dentro del currículo educativo de determinados países, ha constituido una tarea difícil. Dicha situación se puede corroborar en el estudio realizado por [Trelles y Alsina \(2017\)](#), en torno al contenido curricular matemático de Estados Unidos, Ecuador y España.

En esencia, [Guerrero y Borromeo \(2022\)](#) catalogan a la modelización como un proceso complejo debido a que los problemas de modelización son de respuesta abierta



y la matemática que se aplica para resolver este tipo de planteamientos, en su mayoría, no es tan obvia como la que se presenta en los problemas planteados en los textos. De esta manera, tanto docentes como estudiantes se ven abocados a confrontar situaciones de aprendizaje novedosas y complejas cuyos requerimientos son demandantes.

En relación con la falta de preparación por parte de los docentes [Zbiek et al. \(2024\)](#), menciona que aunque los educadores desarrollen varios aspectos de la modelización matemática durante su formación, como la aplicación de estrategias para resolver problemas o el análisis del pensamiento matemático, se requiere una experiencia adicional que establezca conexiones explícitas con la competencia de modelización, capacitándolos así para aplicar y gestionar esta habilidad en el aula de manera efectiva.

En el mismo sentido [Arseven \(2015\)](#), agrega que resulta útil y necesario proporcionar a los docentes materiales de enseñanza-aprendizaje y recursos preparados que sean acordes a la actividad de modelización que puedan efectuar. En este aspecto [Sánchez, et al. \(2020\)](#) y [Moukhliiss et al. \(2023\)](#) destacan la importancia de emplear *softwares* matemáticos como GeoGebra para consolidar actividades de modelización en el aula.

Otro aspecto, ligado a los docentes, es su inexperiencia para plantear tareas de modelización apropiadas. Al respecto, [Guerrero y Borromeo \(2022\)](#) mencionan que esta problemática se pone de manifiesto en las actividades diseñadas por el docente, que, de acuerdo con su estudio, no emplean un contexto realista y se enfocan exclusivamente en la obtención de respuestas evitando así que la labor del estudiante cumpla con todas las etapas enmarcadas en el ciclo de modelización.

De la misma forma, [Villa \(2015\)](#) reporta los resultados de un estudio realizado con docentes en formación en Colombia, en el cual se determina como en la mayoría de los casos, la labor pedagógica del maestro frente a la enseñanza de la modelización se halla limitada a la traducción y resolución de problemas rutinarios que no responden al contexto vivenciado por los estudiantes.

Como se ha señalado, las actividades diseñadas por el docente deben enmarcarse en el ciclo de modelización el cual ha sido descrito y analizado por autores como [Kaiser y Sriraman \(2006\)](#) y [Blum y Leiß \(2007\)](#). No obstante, en la práctica educativa factores como el tiempo limitado de la clase o la cantidad de estudiantes que tiene un aula en promedio, impiden el correcto desarrollo de este proceso.

En este escenario desfavorable, [Guerrero y Borromeo \(2022\)](#) advierten sobre la importancia de gestionar cuidadosamente los momentos para realizar la modelización matemática en el aula, al ser así se debe incentivar discusiones matemáticas y motivar a que los estudiantes puedan compartir sus interpretaciones, explicaciones, justificaciones y juicios de valor relacionados a las cualidades de los modelos elaborados.

La modelización matemática también representa un desafío para los estudiantes. Según [Blum y Borromeo \(2009\)](#), esta práctica requiere el uso de diversas habilidades cognitivas y está estrechamente vinculada con competencias adicionales, como la lectura, la comunicación y la aplicación de estrategias para resolver problemas.

En un estudio específico, [Sri et al. \(2013\)](#) evaluaron el desempeño de un grupo de estudiantes de secundaria en la India en las pruebas PISA (*Program for International Student Assessment*), destacando las dificultades que enfrentan al traducir un



problema al lenguaje matemático (matematización) y al reconocer estructuras, relaciones entre variables o patrones en una situación dada.

Finalmente, un aspecto crucial del proceso de modelización es la validación del modelo obtenido. Según [Sri et al. \(2013\)](#), es necesario evaluar críticamente, la coherencia de una solución matemática en el contexto de un problema derivado de una situación real. [Siller et al. \(2023\)](#) señalan que dominar esta habilidad implica tener conocimiento de diversos modelos y la capacidad de determinar la validez de los resultados en problemas complejos. Con relación a este punto, experiencias de modelización como las de [Trelles et al. \(2022\)](#) y [Siller et al. \(2023\)](#) enfocadas en modelar el aumento del número de contagios durante la pandemia de COVID-19, revelan la importancia de tener una visión holística del problema para obtener conclusiones que sean pertinentes con el contexto.

La aplicación de las situaciones didácticas en la modelización matemática

La Teoría de Situaciones Didácticas planteada por [Brousseau \(2007\)](#), es un modelo de enseñanza que está situado en la escuela de la didáctica francesa. Se sustenta en la hipótesis de que el conocimiento matemático no se desarrolla de manera fortuita, sino a partir de la búsqueda de soluciones por mérito propio del aprendiz, considerando el debate con el resto de los estudiantes, el análisis y la reflexión del camino que escogió para llegar a la situación ante cualquier contexto ([Trigueros, 2009](#)).

En este sentido, la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) se presenta como una estrategia coherente con los requisitos de la modelización. Según [Brousseau \(2007\)](#),

su objetivo es que el estudiante internalice, integre y comprenda los conocimientos para abordar de manera independiente situaciones problemáticas, prescindiendo de una intervención didáctica directa del docente, concepto conocido como “situación a-didáctica”.

De acuerdo con [Chavarría \(2006\)](#), se evidencia que, a partir de la Teoría de Guy Brousseau, el docente establece diversos momentos o situaciones para la construcción del conocimiento matemático: 1) Situación acción: el estudiante aborda de manera individual el problema matemático aplicando los conocimientos adquiridos. 2) Situación formulación: se lleva a cabo un trabajo en equipo en donde resulta fundamental la comunicación entre los miembros para compartir ideas y experiencias en la construcción del conocimiento. 3) Situación de validación: el grupo de trabajo expone sus hallazgos a los compañeros y al docente quien modera la discusión y realiza la retroalimentación. 4) Institucionalización: a partir de la socialización de todas las soluciones en el aula el docente sintetiza y resume las conclusiones más relevantes del trabajo.

En la implementación de situaciones didácticas para el desarrollo de actividades de modelización en el aula, algunas experiencias educativas concretas resaltan factores cruciales para llevar a cabo un proceso exitoso. [Danisman y Güler \(2019\)](#) hacen hincapié en la importancia de plantear problemas desafiantes que incentiven el uso de diversas estrategias de resolución y fomenten la interacción con el entorno social, lo que resulta en discusiones matemáticas grupales fructíferas que logran abarcar todas las etapas del ciclo de modelización.

Paralelamente, se señala sobre el uso de recursos adicionales que contribuyen a generar un marco de trabajo idóneo



para las actividades de modelización. Molina (2017), al realizar una experiencia de modelización para la enseñanza de cálculo colige que el uso de las TIC (Tecnologías de la información y comunicación) permite hacer énfasis en la interpretación y análisis de los modelos obtenidos y no estancarse en cálculos complejos o tediosos.

Por su parte, al trabajar en actividades de modelización relacionadas con otras disciplinas como la estadística, autores como Sánchez *et al.* (2020) y Trelles *et al.* (2022) denotan en sus estudios la efectividad de utilizar modelos gráficos al momento de plantear soluciones. En concreto, Trelles *et al.* (2022) destaca que aquellos estudiantes que emplearon procesos de transnumeración, es decir quienes utilizaron tablas y

gráficos lograron concretar procesos de matematización, llegando a establecer modelos más eficaces y precisos.

La relación de la teoría de las situaciones didácticas con el ciclo de modelización matemática

A partir de las situaciones didácticas se busca integrar una metodología de trabajo que permita llevar a cabo actividades matemáticas relevantes. En el caso particular del ciclo de modelización, se han podido establecer ciertos elementos en común con la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau que marcan las pautas al momento de implementar las tareas de MM, como se visualiza en la tabla 1.

Tabla 1. *Tabla comparativa entre el ciclo de modelización y las situaciones didácticas*

Aspecto	Ciclo de Modelización (Blum y Leiß, 2007)	Fases de las situaciones didácticas de Brousseau	Elementos en común
Comprensión del problema	Comprender un problema del mundo real	Fase de acción	En ambas metodologías se inicia con la identificación y comprensión del problema.
Desarrollo de un modelo matemático	Estructuración de un modelo matemático	Fase de formulación	Los estudiantes buscan matematizar el problema planteado.
Resolución	Matematización y trabajo matemático	Fase de formulación	Se trabaja con el modelo para conseguir las respuestas de las preguntas planteadas.
Interpretación y validación	Interpretación y validación de los resultados en términos del contexto real del problema	Fase de validación	Los estudiantes comparan sus resultados y estrategias con el contexto real y validan sus soluciones.
Formalización del conocimiento	Presentación	Fase de institucionalización	En la teoría de Brousseau, esta fase formaliza y consolida el conocimiento adquirido. En Blum y Leiß (2007), la formalización ocurre a lo largo del proceso, pero se da de manera especial en el proceso de presentación del modelo matemático.

Fuente: elaboración propia



Metodología

Tipo de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, se ha llevado a cabo un preexperimento con un diseño de pretest/postest con un solo grupo. [Hernández-Sampieri y Mendoza \(2018\)](#) indican que este diseño puede ser utilizado como exploratorio. En este caso se busca evaluar el impacto de la metodología de situaciones didácticas en la destreza de modelización matemática medida de forma cuantitativa a través del rendimiento académico de los estudiantes.

Instrumentos para la recopilación de datos

Se establece el diseño de la evaluación diagnóstica (pretest) y el postest para obtener información que evalúe los conocimientos de los participantes, en cuanto a saberes que se consideran esenciales en modelización matemática. La evaluación consta de ocho preguntas, de las cuales tres adoptan el formato de opción múltiple, mientras que las cinco restantes plantean situaciones contextualizadas.

El diseño de las preguntas sigue el modelo de las pruebas estandarizadas PISA. Se hace uso de distintos instrumentos, pero con el mismo nivel de dificultad tanto en el pretest como postest, esto con el propósito de controlar la principal fuente de invalidación interna que en este caso es la administración de pruebas y para evitar los sesgos y tener una valoración fidedigna de los resultados en el rendimiento académico.

La revisión y corrección de la prueba de conocimientos se realizó a través de la validación de expertos. [Cabero y Llorente \(2013\)](#) indican que esta técnica implica recabar las valoraciones de un grupo de

personas con experiencia en el campo, quienes emiten su juicio sobre un objeto, instrumento o material de enseñanza, así como sobre aspectos específicos relacionados. De este modo, se contó con el criterio de dos expertos en el ámbito de las matemáticas, con un enfoque particular en actividades de modelización matemática.

Uno de los expertos tiene grado académico de doctorado, es docente universitario y posee diez años de experiencia en temas de modelización y varias publicaciones científicas en este ámbito. El otro experto posee grado académico de maestría y también, tiene mucha experticia en temas de modelización y didáctica de la matemática. Cada uno de ellos otorgó la retroalimentación necesaria para realizar las correcciones y diseñar una prueba idónea que cuantifique de forma adecuada el rendimiento académico.

Participantes y procedimiento

La actividad de modelización matemática se llevó a cabo con 22 estudiantes de tercer año de bachillerato Técnico en la Unidad Educativa Remigio Crespo Toral de Ecuador, durante el curso académico 2023–2024, la institución está ubicada en la parroquia rural denominada La Asunción, del cantón Girón, en la provincia del Azuay.

El colegio cuenta con un total de 406 estudiantes. Según datos de la institución, una cantidad importante de la población escolar proviene de familias de escasos recursos que enfrentan problemas recurrentes como bajos niveles de escolaridad, trabajo informal y migración. El grupo de trabajo está compuesto por 10 hombres y 12 mujeres, con edades comprendidas entre los 16 y 17 años. En términos de rendimiento académico, el curso muestra una distribución homogénea de las calificaciones.



Durante los dos meses previos a la aplicación de la estrategia didáctica, el grupo de estudiantes siguió un plan de clases para el aprendizaje de modelización de funciones basado en una metodología de enseñanza tradicional (enero–febrero 2023).

La rutina del docente se enfocó principalmente en la clase magistral y el desarrollo de tareas en forma individual. Ocasionalmente, se utilizaron otros métodos de trabajo en el aula, como la resolución de ejercicios de manera grupal y el trabajo colaborativo con el docente para abordar los problemas más complejos de la hoja de ejercicios. Además, se empleó *software* matemático (GeoGebra) con un propósito explicativo, para verificar ciertas respuestas. Al finalizar esta etapa, y de acuerdo con el diseño del preexperimento, se llevó a cabo de manera individual el pretest de modelización que proporcionó un primer balance sobre el rendimiento académico de cada estudiante.

La intervención aplicando las situaciones didácticas comenzó el 25 de abril de 2023. Durante un período de ocho semanas, se llevaron a cabo las actividades de modelización, programadas para abordarse semanalmente en tres sesiones de clase de 40 minutos cada una. De esta manera, el trabajo de modelización se completó el 20 de junio. Además, se asignó un período de clase adicional para aplicar de forma individual el postest, lo que permitió evaluar cuantitativamente el impacto de la propuesta en el rendimiento académico de los estudiantes.

Para la ejecución efectiva de la propuesta metodológica en el aula, siguiendo las directrices de las situaciones didácticas, se procedió a la formación de grupos. Se crearon tres equipos con cuatro miembros cada uno y dos grupos con cinco integrantes. Cada grupo fue identificado como G1 (cinco participantes), G2 (cuatro participantes), G3 (cuatro participantes), G4 (cuatro participantes) y G5 (cinco participantes).

En el caso puntual de los grupos G1 y G5 se los conformó de cinco integrantes por una cuestión de afinidad entre estudiantes; por otro lado, debido al tiempo limitado de trabajo, una menor cantidad de grupos aseguró una supervisión y participación más adecuada en el aula. Cada estudiante desempeñó un rol específico dentro de su grupo (coordinador, secretario, calculador, cronometrador), haciendo énfasis en que esta responsabilidad no restringía la participación activa en las diferentes actividades que el grupo desarrollaba.

En cada sesión de clase, se acordó trabajar conforme a los momentos contemplados en la TSD. Por lo tanto, se estableció un tiempo fijo distribuido de la siguiente manera: acción (20 min.), formulación (60 min.), validación (30 min.) e institucionalización (10 min.). Las tareas de modelización propuestas son adaptaciones de ejercicios desarrollados por [Oswalt \(2012\)](#), [Smith y Stein \(2011\)](#).

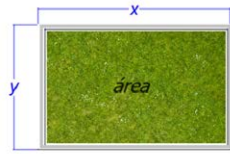
Las tareas ejecutadas son las siguientes: embaldosado de un patio, planes tarifarios, cercado de un terreno, elaboración de una caja, crecimiento de una población, escasez de alimentos, magnitud de los sismos y escala musical en un piano.

La evaluación de las actividades de modelización se realizó de forma cuantitativa, considerando los siguientes aspectos: 1) trabajo escrito en papelógrafo, 2) exposición grupal de la actividad, y 3) autoevaluación. Adicionalmente, se emplea una ficha de observación, en la cual se registra las estrategias y dificultades reflejadas durante el desarrollo de cada actividad. Finalmente, resulta importante considerar que es el investigador (primer autor) quien aplica la propuesta didáctica en el aula.

A continuación, se muestra una tarea de modelización efectuada durante las sesiones de trabajo con los estudiantes.



Cercado de un terreno
Una compañía que se especializa en construir cerramientos tiene un cliente que compró 100 metros de alambre para cercar un área que es parte de su terreno.



- (a) Escriba el modelo matemático que exprese el área del terreno, $A(x)$, como el producto de ancho y longitud. (Coloque el valor obtenido en función de x)
(b) Contestar: ¿Cuál es la máxima área que puede tener el terreno cercado?

Figura 3. Tarea de “cercado de un terreno” (Oswalt, 2012)

Fotos de la tarea

Longitud (x)	Ancho (y)	Área (CA)	Gráfica
30	20	$a = b \cdot h$ $a = 30 \cdot 20$ $a = 600m^2$	
35	15	$a = b \cdot h$ $a = 35 \cdot 15$ $a = 525$	
45	5	$a = b \cdot h$ $a = 45 \cdot 5$ $a = 225$	

Figura 4. Labor inicial de modelización de G2

En la figura 4 se muestra cómo a partir de una tabla G2 coloca distintos valores de longitud (x) para analizar lo que ocurre con el ancho (y) y el área del terreno cercado para generar un patrón que describe el comportamiento del modelo.

Heva (H)	si	no	Explicación
600m ²	✓		Si se multiplica 30-20 da 600m ² que da igual 20+20 da 50.
700m ²		✗	Porque al sumar los valores no da 50, sino 65.

¿Qué ocurre con y cuando aumenta x?
Este va disminuyendo
¿Qué relación observa entre ambas?
Al sumar siempre va a dar 50

$y + x = 50$
 $y = 50 - x$
 $A(x) = x \cdot y$
 $A(x) = x(50 - x)$
 $A(x) = 50x - x^2$

Figura 5. Labor de modelización de G3

A través de preguntas reflexivas, en la figura 5, G3 consigue generalizar el comportamiento de las variables (x , y) para posteriormente, establecer el modelo algebraico del área.

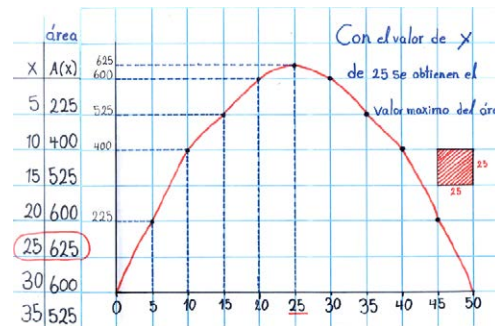


Figura 6. Labor de modelización de G1

Por su parte G1, elabora una tabla y gráfica que permite reconocer el área máxima que llega a tener el terreno cercado.

Adicionalmente, empleando una ficha de observación se resumen los mecanismos a partir de los cuales los grupos llegarían a generar el modelo y la respuesta al problema que se planteó.

Tabla 2. Estrategias empleadas para resolver la actividad “Cercado de un terreno”

Estrategia/Grupo:	G1	G2	G3	G4	G5
Tanteo	✓	✓	✓	---	---
Creación de gráfica	✓	---	---	---	---
Obtención de modelo algebraico	---	---	✓	---	---

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la investigación



Análisis y resultados

Preliminarmente se visibiliza la eficacia de los grupos para la obtención de los modelos. Se establece que, del total de 40 actividades de modelización trabajadas en clase, los grupos lograron culminar 28, lo que en general establece una eficacia del 70 % para realizar las tareas. Destacan en el desarrollo de las actividades los grupos G1 y G3.

Tabla 3. Registro del número de modelos obtenidos por los estudiantes durante las situaciones didácticas

Actividades de modelización/Grupo	G1	G2	G3	G4	G5
Embalado de un patio	✓	✓	✓	✓	✓
Planes tarifarios	---	---	✓	✓	✓
Cercado de un terreno	✓	✓	✓	---	---
Elaboración de una caja	✓	---	✓	---	---
Crecimiento de una población	✓	✓	✓	✓	✓
Escasez de alimentos	---	✓	✓	---	---
Magnitud de un sismo	✓	---	✓	✓	---
Escala musical en un piano	✓	✓	✓	✓	✓
Total, de modelos elaborados por grupo	6	5	8	5	4

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Para el análisis de los resultados cuantitativos obtenidos se realiza el contraste entre las calificaciones obtenidas en el pretest y el postest de modelización tras la intervención con las situaciones didácticas. Preliminarmente, en la tabla 4 se reporta que existe un promedio de calificación de los estudiantes antes de la implementación de las situaciones didácticas de $3,47 \pm 1,37$ puntos, con valores mínimos de 0,4 y máximos de 6 puntos; es decir, el rendimiento del curso reportó un valor bajo dentro de una escala

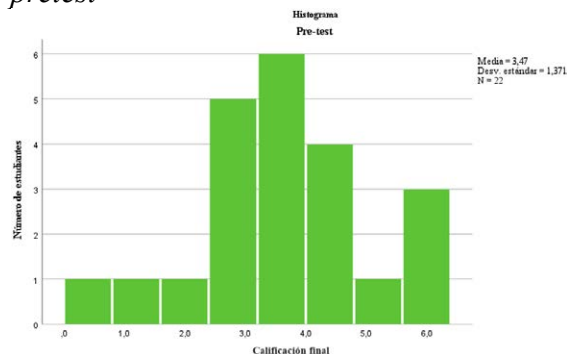
de aprendizaje de 10. Asimismo, se puede apreciar la distribución de las calificaciones obtenidas en la gráfica 1.

Tabla 4. Evaluación de la calificación final pretest

Calificación final (pretest)	
	Estadístico
Media	3,47
Mediana	3,6
Desviación estándar	1,37
Mínimo	0,4
Máximo	6
Asimetría	-0,295
Curtosis	0,663

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Gráfica 1. Histograma de evaluación pretest



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

En la tabla 5, se identifica el rendimiento en la evaluación final después de la implementación de la situación didáctica de modelización, en donde se determina que el promedio de la calificación final fue $6,51 \pm 1,55$ puntos, con notas mínimas de 3,2 y máximas de 9,2; es decir, existe una mejora aproximada del 87 % con respecto a la calificación que los estudiantes tuvieron en un inicio. Del mismo modo, se puede apreciar la distribución de las calificaciones obtenidas por los 22 estudiantes en la gráfica 2.

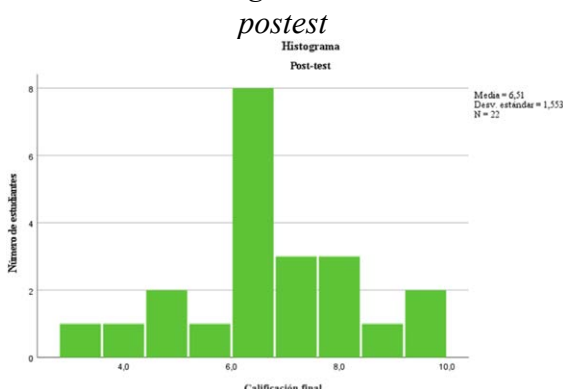


Tabla 5. *Evaluación de la calificación final postest*

Calificación final (postest)	
	Estadístico
Media	6,51
Mediana	6,4
Desviación estándar	1,55
Mínimo	3,2
Máximo	9,2
Asimetría	-0,082
Curtosis	-0,008

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Gráfica 2. *Histograma de evaluación postest*



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Por su parte, en la tabla 6 se evidencia el cambio estadístico que presentaron las calificaciones a partir de la prueba de hipótesis del estadístico *t de student*, el mismo que determina que sí existen diferencias de medias entre los grupos en evaluación, esto dado a su $p\text{-valor} < 0,05$ (0,000), es decir, existe crecimiento en el rendimiento de los estudiantes después de haber trabajado con la propuesta de situaciones didácticas.

Tabla 6. *Contraste del estadístico t de student*

		t	p-valor	Media	Desviación estándar
Calificación final	Pretest	-6,876	0,000***	3,473	1,371
	Postest	-6,876	0,000***	6,509	1,553

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la investigación.

Discusión y conclusiones

El propósito del presente estudio fue medir el impacto de la aplicación de la Teoría de Situaciones Didácticas en el rendimiento de la destreza de modelización matemática de los estudiantes de nivel secundario. Para ello, se establecen los hallazgos más significativos de la investigación y se los contrasta con estudios previos sobre esta problemática.

La comparación entre los resultados del pretest y el postest revela la influencia positiva de la TSD en el desarrollo de la destreza de modelización matemática de los estudiantes. Mientras que el promedio general del curso en el pretest fue de 3,47 puntos sobre 10, este aumentó a 6,51 en el postest, lo que indica una mejora sustancial de aproximadamente el 87 %.

Los resultados de la prueba *t de student* respaldan la afirmación de un impacto significativo a partir de la implementación de las actividades de modelización. Danisman y Güler (2019) obtienen resultados similares al aplicar situaciones didácticas, evidenciando además un fortalecimiento en el manejo de conceptos matemáticos por parte de los estudiantes al modelar un problema complejo en el aula.

Al analizar la elaboración de gráficos, se observa que el uso de esta estrategia tuvo un impacto directo tanto en la generación de respuestas correctas durante las situaciones didácticas como en las calificaciones obtenidas en la evaluación final. Es decir, al representar gráficamente la función matemática del modelo, los estudiantes lograron mayores aciertos.

Este hallazgo coincide con lo reportado por Trelles *et al.* (2022), quienes, en su actividad de modelización con datos reales de la pandemia del COVID-19, concluyeron que los estudiantes que realizaron



gráficas estadísticas del fenómeno obtuvieron modelos de predicción más precisos del número de contagiados y fallecidos. Asimismo, [Sánchez et al. \(2020\)](#) y [Moukhliiss et al. \(2023\)](#) destacan que emplear *softwares* matemáticos para graficar modelos permite a los estudiantes interpretar mejor los problemas y plantear soluciones coherentes con los datos del problema. En el presente estudio de TSD también se dio la facilidad para emplear *softwares* matemáticos que permitan graficar los modelos obtenidos.

El desarrollo de modelos algebraicos se vio fortalecido notablemente, durante las situaciones didácticas, lo que permitió elevar el rendimiento en el postest. Al abordar problemas complejos, como el cálculo del área de un terreno o la construcción de una caja, los estudiantes generalizaron patrones y utilizaron lenguaje algebraico para generar un modelo de función cuadrática como producto final. Este hallazgo concuerda con [Danisman y Güler \(2019\)](#), quienes en su investigación describen cómo los estudiantes deben matematizar problemas complejos, recurriendo a estrategias intuitivas como el ensayo y error hasta lograr la formulación de un modelo algebraico sólido.

Por otro lado, los estudios cualitativos realizados por [Danisman y Güler \(2019\)](#) y [Jiménez y Sánchez \(2019\)](#) coinciden en que la interacción en grupos al momento de resolver problemas facilita que los estudiantes argumenten sus puntos de vista mediante el uso del razonamiento matemático. Del mismo modo, [Tong et al. \(2019\)](#) señalan que la participación en actividades grupales de modelización no solo incentivó el trabajo colaborativo, sino que también permitió a los estudiantes reconocer la utilidad de los conocimientos matemáticos aplicados. En este estudio se obtuvieron conclusiones similares, ya que los estudiantes manifestaron su satisfacción

al trabajar bajo la dinámica de situaciones didácticas, donde debatieron distintas formas de plantear soluciones a un problema.

Por último, es importante mencionar la limitación de este estudio: el trabajo con una muestra reducida implica que los hallazgos deben interpretarse con cautela, por lo que se requieren nuevos estudios que permitan corroborar o refutar los resultados obtenidos. No obstante, la relevancia de los hallazgos marca un punto de partida para investigaciones futuras que enfrenten contextos similares o que aborden sus propias particularidades.

Agradecimiento

Un agradecimiento especial a los estudiantes que de manera voluntaria mostraron su interés por participar en las actividades propuestas. Asimismo, a las autoridades de la Unidad Educativa Remigio Crespo Toral que prestaron las facilidades para llevar a cabo el estudio.

Consentimiento informado

Los participantes dieron su consentimiento para ser parte en este estudio científico, entendiendo que su participación es voluntaria y que sus datos serán tratados de forma confidencial y utilizados únicamente para fines de investigación.

Inteligencia artificial

El presente documento ha hecho uso de IA (ChatGPT), para realizar mejoras en la redacción de ciertos párrafos del marco teórico. Las fechas de uso fueron 15 de junio de 2024 y 20 de julio de 2024. Se empleó la orden “mejorar la redacción del presente párrafo”.



Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

Declaración de la contribución de los autores

Todos los autores afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

El porcentaje total de contribución para la conceptualización, preparación y corrección de este artículo fue el siguiente: M. S. 60 %, y C. T. 40 %.

Declaración de disponibilidad de los datos

Los datos que respaldan los resultados de este estudio serán puestos a disposición por los autores correspondientes [M. S. y C. T.], previa solicitud razonable.

Preprint

Una versión preprint de este artículo fue depositada en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13738425>

Referencias

- Arseven, A. (2015). Mathematical modelling approach in mathematics education. *Universal Journal of Educational Research*, 3(12), 973–980. <https://doi.org/10.13189/ujer.2015.031204>
- Aymerich, A., & Albarracín, L. (2022). Modelización matemática en actividades estadísticas: episodios clave para la generación de modelos. *Uniciencia*, 36(1), 1–16. <https://doi.org/10.15359/ru.36-1.16>
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45–58.

- Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering and economics* (pp. 222–231). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221>
- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas* (D. Fregona, Trad.; 2.ª ed.). Buenos Aires: Libros de Zorzal.
- Cabero, J., & Llorente, M. del C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). *Revista Eduweb*, 7(2), 11–22. <https://revistaeduweb.org/index.php/eduweb/article/view/206>
- Chavarría, J. (2006). *Teoría de las situaciones didácticas. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 1(2), 1–10. Universidad de Costa Rica.
- Consortium for Mathematics and Its Applications & Society for Industrial and Applied Mathematics (COMAP & SIAM). (2019). *Guidelines for assessment and instruction in mathematical modeling education* (S. Garfunkel & M. Montgomery, Eds.). COMAP: Philadelphia, PA, USA.
- Danisman, S., & Güler, M. (2019). A problem-solving process using the Theory of Didactical Situations: 500 lockers problem. *Innovations in Education*, 32(1), 105–116. <https://doi.org/10.5937/inovacije1901105D>
- Guerrero, C., & Borromeo, R. (2022). Pre-service teacher's challenges in implementing mathematical modelling: Insights into reality. *PNA*, 16(4), 309–341. <https://doi.org/10.30827/pna.v16i4.21329>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Jankvist, U. T., & Niss, M. (2019). Upper secondary school students' difficulties with mathematical modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1587530>
- Jiménez-Espinosa, A., & Sánchez-Bareño, D. M. (2019). La práctica pedagógica desde las situaciones a-didácticas en matemáticas. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9(2), 333–346. <https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n2.2019.9179>



- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 302–310. <https://doi.org/10.1007/BF02652813>
- Molina, J. (2017). Mathematical modelling as a didactic strategy for calculus teaching. *Uniciencia*, 31(2), 19–36. <https://doi.org/10.15359/ru.31-2.2>
- Montagud, N. (2020, 13 de julio). La teoría de situaciones didácticas: qué es y qué explica sobre la enseñanza. *Psicología y Mente*. <https://psicologiaymente.com/desarrollo/teoria-situaciones-didacticas>
- Moukhliiss, M., Latifi, M., Ennassiri, B., Elmaroufi, A., Abouhanifa, S., & Achtaich, N. (2023). The impact of GeoGebra on algebraic modeling problem-solving in Moroccan middle school students. *Journal of Educational and Social Research*, 13(1), 57–69. <https://doi.org/10.36941/jesr-2023-0006>
- Oswalt, S. (2012). *Mathematical modelling in the high school classroom* [Tesis de maestría, Universidad Estatal de Luisiana]. LSU Digital Commons. https://repository.lsu.edu/gradschool_theses/3306
- Porras, K., & Fonseca, J. (2015). Aplicación de actividades de modelización matemática en la educación secundaria costarricense. *Uniciencia*, 29(1), 42–57. <https://doi.org/10.15359/ru.29-1.3>
- Sánchez, R., Lantigua, Z., Rodríguez, M., Bennasar, M., & García, A. (2020). Modelización matemática y GeoGebra en la formación de profesionales de educación. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*, 9(3), 89–105. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i3p089-105>
- Siller, H.-S., Eichler, H.-J., Greefrath, G., & Vorhölder, K. (2023). Mathematical modelling of exponential growth as a rich learning environment for mathematics classrooms. *ZDM – Mathematics Education*, 55(1), 17–33. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01433-8>
- Smith, M. S., & Stein, M. K. (2011). *5 practices for orchestrating productive mathematics discussions*. National Council of Teachers of Mathematics
- Smith, M. (2011). *5 practices for orchestrating productive mathematics discussions*. Corwin.
- Soon, W., Lioe, L. T., & McInnes, B. (2011). Understanding the difficulties faced by engineering undergraduates in learning mathematical modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 42(8), 1023–1039. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2011.573867>
- Spooner, K., Nomani, J., & Cook, S. (2023). Improving high school students' perceptions of mathematics through a mathematical modelling course. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 43(1), 38–50. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrad001>
- Sri, I., Yusuf, H., & Ratu, I. (2013). Investigating secondary school students' difficulties in modeling problems PISA – Model Level 5 and 6. *IndoMS Journal on Mathematics Education*, 4(1), 41–58. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1078963.pdf>
- Toalongo, X., Trelles, C., & Alsina, Á. (2024). Los problemas de Fermi y las *Modelling Eliciting Activities* como un recurso para fomentar la modelización matemática entre el alumnado de educación primaria. *EDMA 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 13(1), 58–92. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2024.58-92>
- Tong, D. H., Loc, N. P., Uyen, B. P., & Giang, L. T. (2019). Developing the competency of mathematical modelling: A case study of teaching the cosine and sine theorems. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(11), 18–37. <https://doi.org/10.26803/ijlter.18.11.2>
- Trelles, C., & Alsina, Á. (2017). Nuevos conocimientos para una educación matemática del siglo XXI: panorama internacional de la modelización en el currículo. *Unión*, 51, 140–163. <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/405/204>
- Trelles, C., Toalongo, X., & Alsina, Á. (2022). Una actividad de modelización matemática en primaria con datos auténticos de la COVID-19. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 193–213. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3472>
- Trigueros, M. (2009). El uso de la modelación en la enseñanza de las matemáticas. *Innovación Educativa*, 9(46), 75–87. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179414894008>



Villa, J. (2015). Modelación matemática a partir de problemas de enunciados verbales: un estudio de caso con profesores de matemáticas. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 8(16), 133–148. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m8-16.mmpe>

Zbiek, R. M., Peters, S. A., Galluzzo, B., & White, S. J. (2024). Secondary mathematics teachers learning to do and teach mathematical modeling: A trajectory. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 27, 55–83. <https://doi.org/10.1007/s10857-022-09550-7>



La Teoría de las Situaciones Didácticas como Metodología para la Enseñanza de la Modelización Matemática (Mateo Sacaquirín • César Trelles) [Uniciencia](#) is protected by [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported \(CC BY-NC-ND 3.0\)](#)