

# REFLEXIONES DE FUTUROS PROFESORES SOBRE LA INCLUSIÓN DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA EN LOS CONTEXTOS DE ENSEÑANZA VIRTUAL Y PRESENCIAL

## Prospective teachers' reflections on the inclusion of mathematical modelling during the virtual and face-to-face teaching contexts

Ledezma, C., Hidalgo-Moncada, D., Vargas, J. P. y Font, V.

Universitat de Barcelona

### Resumen

*Se reportan los resultados de una investigación conducida durante dos años académicos en un programa de máster profesionalizante para profesores de matemática de educación secundaria y bachillerato. El objetivo fue analizar las reflexiones de futuros profesores sobre la inclusión de la modelización matemática durante sus prácticas educativas, las cuales se desarrollaron en los contextos de enseñanza virtual y presencial debido a la pandemia por COVID-19. Estas reflexiones se analizaron con los Criterios de Idoneidad Didáctica, misma herramienta usada por los futuros profesores para pautar la reflexión sobre su propia práctica. Se realizó un análisis de contenido sobre 236 Trabajos Finales de Máster elaborados durante los cursos 2019–2020 y 2020–2021. Como resultado principal se destaca una priorización de los criterios «epistémico» y «ecológico» en las reflexiones de los futuros profesores sobre la inclusión de la modelización durante sus prácticas educativas.*

**Palabras clave:** *futuros profesores, modelización matemática, práctica educativa, trabajo final de máster.*

### Abstract

*We report the results of a research conducted during two academic years in a professionalising master's programme for secondary and baccalaureate education mathematics teachers. The objective was to analyse the prospective teachers' reflections on the inclusion of mathematical modelling during their educational internship experiences, which were developed in the virtual and face-to-face teaching contexts due to the COVID-19 pandemic. We analysed these reflections with the Didactic Suitability Criteria, which was the same tool used by the prospective teachers to guide the reflection on their own educational practise. We conducted a content analysis on 236 Master's Degree Final Projects submitted during the 2019–2020 and 2020–2021 courses. As a main result, we highlight a prioritisation of the «epistemic» and «ecological» criteria in the prospective teachers' reflections on the inclusion of modelling during their educational internship experiences.*

**Keywords:** *educational internship experience, master's degree final project, mathematical modelling, prospective teachers.*

### INTRODUCCIÓN

Un aspecto clave en la educación de profesores es la reflexión sobre la propia práctica como mecanismo de mejora profesional (Schön, 1987). El Enfoque Onto-Semiótico ha abordado ampliamente este tema de investigación, tanto desde la reflexión docente en su totalidad (por ejemplo, Breda, 2020; Garcés, 2021; entre otros), como desde contextos más específicos (por ejemplo, Hidalgo-Moncada et al., 202; Sánchez, 2021; entre otros). Siguiendo esta línea investigativa, en esta comunicación se reporta un estudio centrado en las reflexiones de futuros profesores sobre la inclusión de la modelización matemática durante sus prácticas educativas.

Durante dos años académicos se condujo una investigación en un programa de máster profesionalizante para profesores de matemática de educación secundaria y bachillerato (estudiantes de 12–18 años) en el contexto español. La pregunta principal que guio esta investigación fue: ¿Qué aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje matemático priorizaron los futuros profesores en sus reflexiones sobre la inclusión de la modelización durante sus prácticas educativas? Para responderla se analizaron los Trabajos Finales de Máster (TFMs) de futuros profesores, en los cuales debían, principalmente, reflexionar sobre la unidad didáctica que implementaron durante sus prácticas educativas y así proponer mejoras para su rediseño. Los futuros profesores pautaron sus reflexiones utilizando los Criterios de Idoneidad Didáctica (Godino, 2013), que es la herramienta que propone el Enfoque Onto-Semiótico (EOS) para valorar los aspectos (o facetas) intervinientes en los procesos de enseñanza y aprendizaje matemáticos. Entre estas reflexiones se encontraron algunas que abordaban la inclusión de la modelización en las unidades didácticas y que fueron el foco de esta investigación. Debido a la pandemia por COVID-19, los futuros profesores de este programa de máster debieron realizar sus prácticas educativas en dos contextos de enseñanza: del presencial al virtual (curso 2019–2020) y del virtual al presencial (curso 2020–2021).

La relevancia de esta investigación radica en que, además de abordar un tema importante para la Educación Matemática como lo es la modelización, lo hace desde la perspectiva de la reflexión docente en la educación de profesores, utilizando las herramientas teóricas que aporta el EOS en un tema que no ha profundizado anteriormente y, más en general, para los que investigan la reflexión docente sobre la inclusión de la modelización en su práctica. Dada esta importancia, en esta comunicación se sintetizan y discuten los principales resultados de esta investigación enfatizando, por un lado, en los aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje matemático que los futuros profesores priorizaron en sus reflexiones sobre la inclusión de la modelización durante sus prácticas educativas y, por otro lado, en la influencia de los contextos de enseñanza sobre estas reflexiones.

## REFERENTES TEÓRICOS

### Modelización Matemática

Para esta investigación se tomó como referente teórico al ciclo de modelización propuesto por Blum y Leiß (2007), pues es el ciclo que se enseña a los futuros profesores del programa de máster donde se contextualiza este estudio. Este ciclo explica el proceso de modelización como una transición entre el «mundo real» y la «matemática» para resolver una situación-problema tomada desde la realidad. Dentro de esta investigación, el ciclo de Blum y Leiß se utilizó como base teórica para analizar las reflexiones de los futuros profesores guiados por dos cuestionamientos: ¿Qué problemas de modelización plantearon los futuros profesores a los estudiantes?, ¿Cómo analizaron la actividad matemática subyacente a estos problemas? Estos cuestionamientos se abordaron en un estudio previo de los autores (véase Ledezma, Sol et al., 2022), por lo que no se discuten en esta comunicación.

Como este trabajo se enmarca en las investigaciones fundamentadas en el EOS, cabe destacar dos características de este enfoque teórico: en primer lugar, el EOS considera a la modelización como un *hiper* o *mega proceso*, ello porque implica otros *procesos* matemáticos más elementales, como la representación, la argumentación, la idealización, etc.; en segundo lugar, en trabajos anteriores se han articulado las herramientas que aporta el EOS con un ciclo de modelización para analizar la actividad matemática subyacente a este proceso (véase Ledezma, Font y Sala, 2022).

### Criterios de Idoneidad Didáctica

En el EOS se proponen los Criterios de Idoneidad Didáctica (CID) como herramienta para valorar los procesos de enseñanza y aprendizaje matemáticos (Godino, 2013). Su uso en esta investigación se justifica en que es la misma herramienta que se enseña a los futuros profesores del programa de máster donde se contextualiza este estudio para que pauten la reflexión sobre su propia práctica en los TFMs. Se entiende la idoneidad didáctica de un proceso de enseñanza y aprendizaje como el grado en que

éste (o una parte de éste) reúne ciertas características que permiten calificarlo como idóneo (óptimo o adecuado) para conseguir la adaptación entre los *significados personales* logrados por los estudiantes (aprendizaje) y los *significados institucionales* pretendidos o implementados (enseñanza), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles (entorno).

Este constructo multidimensional se compone por seis *criterios*, cada uno enfocado en un aspecto (o faceta) específico del proceso de enseñanza y aprendizaje matemático (Breda et al., 2017): *epistémico*, para valorar si la matemática que se enseña es una «buena matemática»; *cognitivo*, para valorar, antes de iniciar el proceso de enseñanza y aprendizaje matemático, si lo que se quiere enseñar está a una distancia razonable de lo que saben los estudiantes; *interaccional*, para valorar si la interacción ha resuelto dudas y dificultades de los estudiantes; *mediacional*, para valorar la adecuación de los recursos materiales y temporales utilizados durante el proceso de enseñanza y aprendizaje matemático; *afectivo*, para valorar la implicación (interés, motivación) de los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje matemático; *ecológico*, para valorar la adecuación del proceso de enseñanza y aprendizaje matemático al proyecto educativo del centro, las directrices curriculares, las condiciones del entorno social y profesional, etc. A su vez, cada uno de los CID cuenta con sus respectivos *componentes*, y su operatividad requiere definir un conjunto de *indicadores* observables que permitan valorar el grado de idoneidad del proceso de enseñanza y aprendizaje matemático (véase la pauta completa de los CID y sus *componentes* en Breda et al., 2017).

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para esta investigación se siguió una metodología cualitativa desde un paradigma interpretativo (Cohen et al., 2018), que consiste fundamentalmente en un análisis de contenido (Schreier, 2012).

### Contexto de la Investigación

Esta investigación se desarrolló en el Programa de Máster para la Formación de Profesores de Educación Secundaria y Bachillerato que imparten las universidades públicas de Cataluña (España), durante los años académicos 2019–2020 y 2020–2021. A lo largo de su proceso educativo, los futuros profesores cursan tres módulos durante este máster: «Formación genérica», «Formación específica», y «Prácticas educativas».

Dentro del módulo «Formación específica» se incluye un submódulo sobre modelización matemática. Previo al inicio de esta investigación se observaron las clases de este submódulo con el propósito de conocer los contenidos y la forma en que se enseñan. El submódulo consta de cuatro sesiones con una metodología principalmente expositiva: en la primera sesión se explica qué se entiende por modelización y se presenta el ciclo de Blum y Leiß; durante la segunda y tercera sesión se presentan ejemplos de problemas de modelización, algunos de los cuales se resuelven durante ambas sesiones; en la cuarta sesión, los futuros profesores deben exponer la tarea final del submódulo, que consiste en presentar un problema de modelización que incluya el enunciado, la resolución, y la ubicación curricular de los contenidos matemáticos necesarios para su resolución.

Dentro del módulo «Prácticas educativas», los futuros profesores son asignados a centros de prácticas a cargo de un profesor mentor que los debe guiar en la institución educativa. En tales prácticas, los futuros profesores deben diseñar e implementar una secuencia de enseñanza y aprendizaje (conocida como «unidad didáctica»), la cual está determinada por la institución educativa, el nivel de los estudiantes, y el contenido matemático del momento del año escolar en que realicen su intervención en el aula. Dadas estas condiciones, los futuros profesores no pueden diseñar una unidad didáctica exclusivamente centrada en la modelización, aunque sí pueden implementar problemas de modelización. Al finalizar sus prácticas educativas, en el programa de máster se presentan los CID a los futuros profesores para que los utilicen en sus TFMs y así puedan pautar la reflexión sobre su propia práctica.

A causa de las medidas sanitarias adoptadas durante la pandemia por COVID-19, los futuros profesores del curso 2019–2020 debieron desarrollar sus prácticas educativas, ya sea parcial o totalmente,

en un contexto virtual de enseñanza; mientras que los del curso 2020–2021 desarrollaron sus prácticas en un contexto de retorno a la enseñanza presencial y/o de modalidad híbrida.

### **Estructura de un Trabajo Final de Máster**

Al finalizar su proceso educativo, los futuros profesores deben elaborar un TFM, el cual es un trabajo original, autónomo, e individual que pretende mostrar, de forma integrada, los conocimientos y competencias adquiridos durante el programa de máster. Además, el TFM debe contribuir a que los futuros profesores reflexionen y profundicen en el análisis sobre su propia práctica, posibilitando proponer elementos para su mejora. Para la elaboración del TFM, cada futuro profesor cuenta con la guía de un profesor tutor del programa de máster quien, a su vez, lo supervisó durante la práctica educativa.

La estructura basal de un TFM consta de cinco capítulos: *Introducción*, donde se contextualiza la unidad didáctica y el centro de práctica educativa; *Análisis de la implementación*, donde se analiza la idoneidad didáctica de la unidad didáctica implementada utilizando los CID; *Propuesta de rediseño*, donde se proponen mejoras a la unidad didáctica implementada para un rediseño hipotético; *Autovvaloración competencial*, donde se compara el nivel competencial de entrada con el alcanzado al final el proceso educativo en el máster; *Anexos*, donde se puede incluir evidencias de la unidad didáctica implementada, las referencias citadas en capítulos anteriores, etc.

### **Análisis de Contenido**

Los TFMs fueron la fuente de datos para esta investigación, por lo que se realizó un análisis de contenido sobre los 236 TFMs elaborados por los futuros profesores durante los dos años académicos (119 del curso 2019–2020 y 117 del curso 2020–2021). Para ello, se adaptó la metodología utilizada por Sánchez (2021) a las necesidades de este estudio, desarrollando cuatro *pasos*.

En un *primer paso*, con base en la revisión de la literatura y el conocimiento de los autores, se elaboró una lista de palabras clave en catalán (y sus derivaciones) relacionadas con la modelización (context [contexts, contextualització, contextualitzar], model [models, modelització, modelitzar], problema [problemes, problematització, problematitzar], real [realitat]), lo que permitió identificar los TFMs con referencias a la modelización. En un *segundo paso* se registraron los datos de cada TFM (autor, título, nivel educativo, contenido matemático), lo que permitió contar con una base de datos ordenada para consultar los TFMs y registrar cuáles incluían las palabras clave definidas en el *primer paso*.

Producto de una regularidad encontrada en la distribución de las palabras clave en los capítulos *Análisis de la implementación* y *Propuesta de rediseño* de los TFMs, en un *tercer paso* se clasificaron estos documentos en cuatro niveles de referencia a la modelización: en un *Nivel 0* se clasificaron los TFMs que no incluyeron referencias a la modelización; en un *Nivel 1* se clasificaron los TFMs que no incluyeron el trabajo con modelización en las unidades didácticas implementadas (capítulo *Análisis de la implementación*), pero sí plantearon su inclusión en su rediseño (capítulo *Propuesta de rediseño*); en un *Nivel 2* se clasificaron los TFMs que incluyeron el trabajo con modelización en las unidades didácticas implementadas (capítulo *Análisis de la implementación*) pero no plantearon mejoras para potenciar este proceso en su rediseño (capítulo *Propuesta de rediseño*); en un *Nivel 3* se clasificaron los TFMs que incluyeron el trabajo con modelización en las unidades didácticas implementadas (capítulo *Análisis de la implementación*) y que plantearon mejoras para potenciar este proceso en su rediseño (capítulo *Propuesta de rediseño*).

En un *cuarto paso* se categorizaron los comentarios de los futuros profesores referidos a la modelización utilizando los *criterios* y *componentes* de los CID como categorías apriorísticas. De este modo se pudieron identificar los aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje matemático que los futuros profesores relacionaron con la inclusión de la modelización en sus unidades didácticas. Para este *cuarto paso* se consideraron los TFMs clasificados en los *Niveles 2 y 3* del *tercer paso*, pues son los que contienen referencias a las reflexiones de los futuros profesores con respecto a la modelización en el capítulo *Análisis de la implementación*.

En un estudio previo se analizó exclusivamente un TFM del curso 2019–2020 para refinar y validar la metodología de análisis de contenido antes descrita (véase Ledezma et al., 2021).

## PRINCIPALES RESULTADOS

En esta sección se presentan los principales resultados de esta investigación a partir del análisis de contenido realizado sobre los 236 TFMs. Mediante la búsqueda de palabras clave en los TFMs (*primer paso* del análisis de contenido) se pudieron identificar los documentos que incluyeron referencias a la modelización (*segundo paso* del análisis de contenido), los cuales se clasificaron en cuatro niveles de referencia a este proceso (*tercer paso* del análisis de contenido). En la Tabla 1 se presenta el número de TFMs por año académico que se clasificaron según estos niveles de referencia.

Tabla 1. Número de TFMs según nivel de referencia a la modelización y año académico

Nivel de referencia	Año académico 2019–2020	Año académico 2020–2021
Nivel 0	33	30
Nivel 1	41	47
Nivel 2	21	24
Nivel 3	24	16
Total de TFMs	119	117

La Tabla 1 ofrece una mirada general sobre cuántos TFMs incluyeron y reflexionaron sobre la modelización (*Niveles 2 y 3*) y cuántos no consideraron este proceso (*Niveles 0 y 1*) en sus unidades didácticas implementadas. Un primer resultado para destacar es que hubo una tendencia en ambos años académicos con respecto al número de TFMs que implementaron la modelización en sus unidades didácticas: 45 en el curso 2019–2020 y 40 en el curso 2020–2021; es decir, alrededor de un tercio del número total de TFMs elaborados en cada año académico.

Una vez que se clasificaron los TFMs en los cuatro niveles de referencia a la modelización (*tercer paso* del análisis de contenido), se procedió a revisar los documentos que reflexionaron sobre la inclusión de este proceso en sus unidades didácticas implementadas. De este modo, se continuó el análisis de contenido sobre los 85 TFMs clasificados en los *Niveles 2 y 3*, mediante la categorización de los comentarios valorativos realizados en cada *componente* de los CID y que tuvieran relación con la modelización (*cuarto paso* del análisis de contenido). En la Tabla 2 se presenta el número de comentarios valorativos por año académico que se encontraron en las reflexiones sobre cada CID.

Tabla 2. Número de comentarios valorativos según los CID y año académico

CID	Año académico 2019–2020	Año académico 2020–2021
Epistémico	54	48
Cognitivo	19	20
Interaccional	8	7
Mediacional	8	9
Afectivo	40	24
Ecológico	40	40
Total de comentarios	169	148

Para la lectura de la Tabla 2 se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones metodológicas asumidas en esta investigación. Primero, se consideró como «un comentario valorativo» a aquella frase u oración que contenía alguna(s) de las palabras clave determinadas en el *primer paso* del análisis de contenido, pero dentro de un contexto relacionado a la modelización. Segundo, dicho comentario se debía relacionar a las reflexiones sobre un *componente* específico de los CID. Tercero, si las reflexiones sobre un *componente* de los CID contenían más de una frase u oración con estas características, se consideraba como un solo comentario. Cuarto, los TFMs contenían comentarios valorativos sobre modelización en distintos *componentes* de los CID, pero no en todos.

La Tabla 2 ofrece una mirada más específica sobre qué *criterios* de los CID priorizaron los futuros

profesores en sus reflexiones sobre la inclusión de la modelización en sus unidades didácticas implementadas. Un segundo resultado para destacar es que hubo una tendencia en ambos años académicos con respecto a la distribución de los comentarios valorativos sobre modelización entre los distintos *criterios* de los CID: por una parte, se evidenció una alta concentración en los *criterios epistémico y ecológico*; por otra parte, hubo un escaso número en los *criterios interaccional y mediacional*.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la sección anterior se destacaron dos resultados, los cuales se evidenciaron como tendencias en los TFMs elaborados durante ambos años académicos, y que se discuten en esta sección. El primer resultado relevante es que alrededor de un tercio del número total de TFMs elaborados implementaron la modelización en sus unidades didácticas. En términos generales, existen limitaciones inherentes al periodo de prácticas educativas que los futuros profesores deben enfrentar, tanto durante las intervenciones en el aula (sistema de trabajo del centro de práctica, intervención del profesor mentor, tiempos curriculares, etc.) como las exigencias del programa de máster (tiempo de elaboración del TFM, retroalimentaciones del profesor tutor, etc.). Si bien este programa incluye un submódulo dedicado a la enseñanza de la modelización matemática, los futuros profesores no pueden diseñar una unidad didáctica exclusivamente centrada en la modelización. Estas razones justifican que este proceso matemático no fue el único que trabajaron en sus unidades didácticas, ni tampoco el único sobre el que reflexionaron. Tomando en cuenta estas situaciones, en esta investigación se recogieron los comentarios valorativos sobre modelización que los futuros profesores realizaron en sus TFMs según la importancia que le atribuyeron a la inclusión de este proceso durante sus prácticas educativas.

Sobre este primer resultado relevante, donde la mayoría de los futuros profesores no incluyeron la modelización durante sus prácticas educativas, se proponen dos explicaciones plausibles: por una parte, en consonancia con la postura de Verschaffel y colaboradores (2020), la implementación de la modelización en las clases de matemática no es usual debido a, principalmente, las limitaciones del contexto educativo, como el nivel de los estudiantes, las recomendaciones del profesor mentor, entre otras variables; por otra parte, los futuros profesores dieron mayor prioridad a otros procesos de la actividad matemática, o bien, no consideraron a la modelización con un proceso relevante dentro de sus unidades didácticas implementadas.

El segundo resultado relevante es que la distribución de los comentarios valorativos no fue equitativa entre los distintos *criterios* de los CID. En este sentido, el *criterio epistémico* fue el que concentró el mayor número de comentarios valorativos sobre modelización, seguido por el *criterio ecológico*; mientras que los *criterios interaccional y mediacional* fueron los menos considerados para estas reflexiones. Por motivos de espacio, en esta comunicación no se profundiza en los análisis de cada uno de los *componentes* de los CID en que se encontraron comentarios valorativos sobre modelización, sin embargo, se destacan algunos *componentes* relevantes para esta discusión.

Dentro del *criterio epistémico* se encuentra el *componente* «Riqueza de procesos», el cual concentró el mayor número de comentarios valorativos sobre modelización. Esto se debe a que en este *componente* se reflexiona sobre los procesos matemáticos trabajados en las unidades didácticas implementadas. Así, los TFMs que incluyeron la modelización definieron este proceso y ejemplificaron las tareas utilizadas para trabajarlo. Sobre esto último se destacan dos particularidades: por un lado, las definiciones sobre modelización variaron desde considerar a este proceso como la matematización (traducción al lenguaje matemático) de una situación-problema, hasta como un proceso cíclico compuesto por fases; por otro lado, las tareas utilizadas para trabajar modelización no siempre se condijeron con las características de este tipo de problemas (véase Borromeo Ferri, 2018). Estas particularidades llevaron a cuestionar si todos los futuros profesores realmente implementaron la modelización a partir de lo aprendido en el programa de máster o si sólo intentaron acercarse a este proceso a pesar de las limitaciones propias del periodo de prácticas educativas.

Dentro del *criterio ecológico* se encuentran los *componentes* «Conexiones intra e interdisciplinares»

y «Utilidad sociolaboral», los cuales también incluyeron varios comentarios valorativos sobre modelización. Si bien, en algunos casos, los futuros profesores superpusieron sus reflexiones en ambos *componentes*, lo destacable de estas valoraciones es que se consideró a la modelización como una herramienta para relacionar los contenidos trabajados en las unidades didácticas a contextos extramatemáticos y de otras disciplinas (especialmente, de física y economía). Del mismo modo, el contenido matemático que más utilizaron los futuros profesores para trabajar la modelización fue «Funciones», en una postura coincidente con la de Michelsen (2006), quien considera a este contenido como una herramienta útil para desarrollar la modelización en el aula.

Retomando la pregunta principal de esta investigación sobre qué aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje matemático priorizaron los futuros profesores en sus reflexiones sobre la inclusión de la modelización durante sus prácticas educativas, se puede afirmar que priorizaron los aspectos *epistémico y ecológico*.

Si bien hasta este punto se han discutido los resultados que permitieron dar respuesta a la pregunta principal de esta investigación, resulta interesante profundizar en la influencia de los contextos de enseñanza presencial y virtual en las reflexiones de los futuros profesores sobre la inclusión de la modelización en sus unidades didácticas implementadas. Para abordar este punto, se consideran los comentarios valorativos en los *criterios interaccional y mediacional* como la mayor evidencia. En ambos años académicos, los futuros profesores comentaron sobre las dificultades para desarrollar tareas grupales con los estudiantes, tal como sugieren Doerr y English (2003) para el trabajo con modelización: mientras que en el curso 2019–2020 los impedimentos fueron la enseñanza virtual y la escasa interacción entre los estudiantes, en el curso 2020–2021 los impedimentos fueron las medidas sanitarias de distanciamiento social y aforo reducido en las salas de clase. Si bien ambas situaciones afectaron el aspecto *interaccional* del proceso de enseñanza y aprendizaje matemático, sí hubo valoraciones positivas en el componente «Autonomía» dada la dinámica de trabajo individual para las tareas de modelización. Por su parte, los comentarios sobre modelización encontrados en el *criterio mediacional* se centraron, casi en su totalidad, en la valoración del componente «Recursos materiales», en que los futuros profesores destacaron el uso de softwares de geometría dinámica (GeoGebra, Desmos, Transum, etc.) para el trabajo con modelización. Sin embargo, las reflexiones de los futuros profesores sólo le atribuyeron un rol de complemento para este proceso, y no como un medio para la enseñanza y el aprendizaje de la modelización.

Los resultados de esta investigación tienen distintas implicaciones y se proyectan en diferentes ámbitos. En primer lugar, al ofrecer una visión general sobre la enseñanza de la modelización dentro del programa de máster en que se contextualizó esta investigación, estos resultados permiten identificar los aspectos por mejorar en el submódulo dedicado a este tema y en las retroalimentaciones de los profesores tutores a los futuros profesores en sus TFMs. En segundo lugar, estos resultados son una muestra detallada del uso de los CID como herramienta de reflexión sobre un aspecto particular como es la modelización en un contexto de formación docente. En tercer lugar, estos resultados permiten cimentar las bases para la construcción de una pauta de CID enfocada en los procesos de enseñanza y aprendizaje matemáticos que incluyan la modelización en el aula (véase un avance en Ledezma, Font et al., 2022). Finalmente, el análisis de contenido realizado sobre los 236 TFMs arrojó más resultados que los expuestos (definiciones de modelización, tipos de tareas de modelización, contenidos matemáticos relacionados a la modelización, etc.), los cuales no se incluyeron porque excedían el objetivo principal de esta comunicación. No obstante, dichos resultados permiten proyectar este estudio para análisis más específicos sobre el rol de la modelización en la educación de profesores.

### **Agradecimientos**

Estudio desarrollado en el marco del Proyecto 72200458 financiado por ANID/PFCHA Chile, y del Proyecto PID2021-127104NB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por “FE- DER Una manera de hacer Europa”.

## Referencias

- Blum, W. y Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum y S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (pp. 222–231). Horwood. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221>
- Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9>
- Breda, A. (2020). Características del análisis didáctico realizado por profesores para justificar la mejora en la enseñanza de las matemáticas. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 34(66), 69–88. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a04>
- Breda, A., Pino-Fan, L. y Font, V. (2017). Meta didactic-mathematical knowledge of teachers: Criteria for the reflection and assessment on teaching practice. *EURASIA: Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(6), 1893–1918. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01207a>
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8ª ed.). Routledge.
- Doerr, H. M. y English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(2), 110–136. <https://doi.org/10.2307/30034902>
- Garcés, W. (2021). Análisis de las pautas que rigen la práctica del profesor en la enseñanza de derivadas en ciencias básicas en carreras de ingeniería. *REDIMAT: Journal of Research in Mathematics Education*, 10(3), 239–268. <https://doi.org/10.17583/redimat.7957>
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 111–132.
- Hidalgo-Moncada, D., Díez-Palomar, J. y Vanegas, Y. (2023). Formación de maestros de educación primaria en el contexto de confinamiento. La importancia del aprendizaje autorregulado en las matemáticas. *Magister*, 32(1), 40–48. <https://doi.org/10.17811/msg.32.1.2020.40-48>
- Ledezma, C., Font, V. y Sala, G. (2022). Analysing the mathematical activity in a modelling process from the cognitive and onto-semiotic perspectives. *Mathematics Education Research Journal*. Artículo individual. <https://doi.org/10.1007/s13394-022-00411-3>
- Ledezma, C., Font, V., Sala-Sebastià, G. y Breda, A. (2022). Principios de la modelización matemática desde la perspectiva de la idoneidad didáctica. En T. F. Blanco, C. Núñez-García, M. C. Cañadas, y J. A. González-Calero (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. 345–354). SEIEM.
- Ledezma, C., Sala, G., Breda, A. y Sánchez, A. (2021). Analysis of a preservice teacher's reflection on the role of mathematical modelling in his master's thesis. En M. Inprasitha, N. Changsri, y N. Boonsena (Eds.), *Proceedings of the 44th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 195–204). PME.
- Ledezma, C., Sol, T., Sala-Sebastià, G. y Font, V. (2022). Knowledge and beliefs on mathematical modelling inferred in the argumentation of a prospective teacher when reflecting on the incorporation of this process in his lessons. *Mathematics*, 10(18), Artículo 3339. <https://doi.org/10.3390/math10183339>
- Michelsen, C. (2006). Functions: A modelling tool in mathematics and science. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 269–280. <https://doi.org/10.1007/bf02652810>
- Sánchez, A. (2021). *Perspectivas de los Futuros Profesores de Matemáticas de Educación Secundaria sobre la Creatividad y su Desarrollo en las Clases* [Tesis doctoral, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/187046>
- Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner: Towards a New Design for Teaching and Learning in the Professions*. Jossey-Bass Publishers.
- Schreier, M. (2012). *Qualitative Content Analysis in Practice*. SAGE.
- Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J. y Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: A survey. *ZDM – Mathematics Education*, 52(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4>