

Características descriptivas y prescriptivas en tareas de modelación matemática

Valeria Lebrun-Llano ¹ 
Mónica Marcela Parra-Zapata ² 
Jhony Alexander Villa-Ochoa ³ 

Resumen

En este capítulo se reconocen las características descriptivas y prescriptivas de un conjunto de tareas de modelación matemática; para ello, se identifican las acciones potenciales presentes en los enunciados de tareas de modelación. Este estudio responde a la necesidad encontrada en la literatura de investigar la integración de procesos de modelación matemática descriptivos y prescriptivos que promueven en los estudiantes la comprensión de situaciones y la transformación de su realidad. Se realizó un análisis del contenido de los enunciados de un conjunto de tareas extraídos de las publicaciones recientes en The International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications-ICTMA. Se diseñó un sistema de categorización emergente que facilitó el reconocimiento de las características de ambos tipos de modelación en función de las acciones. En los resultados, se presentan cada una de las potenciales acciones evidenciadas en los enunciados de las tareas analizadas y cómo estas implican la adopción de ciertas características descriptivas y prescriptivas de la modelación. El capítulo finaliza con algunas reflexiones sobre esta categorización en relación con el carácter descriptivo y prescriptivo de la modelación y sobre su integración en la clase de matemáticas. Algunas implicaciones de este estudio para la enseñanza y la investigación se presentan también al final del capítulo.

Palabras clave

Modelización matemática, tareas de modelación, acción, intención.

¹ valeria.lebrun@udea.edu.co
Universidad de Antioquia, Colombia

² monica.parra@udea.edu.co
Universidad de Antioquia, Colombia

³ jhony.villa@udea.edu.co
Universidad de Antioquia, Colombia

Lebrun-Llano, V., Parra-Zapata, M. M., & Villa-Ochoa, J. A. (2025). Características descriptivas y prescriptivas en tareas de modelación matemática. En A. Solares-Rojas, & A. P. Preciado Babb (Eds.), *La investigación en modelización matemática: un diálogo entre educadores de Latinoamérica y España* (pp. 255–283). Editorial SOMIDEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S2/2025/01-11>

Abstract

This chapter recognizes the descriptive and prescriptive characteristics of a set of mathematical modeling tasks by identifying the potential actions present in the modeling task statements. This study addresses the need found in the literature to investigate the integration of descriptive and prescriptive mathematical modeling processes that promote students' understanding of phenomena and the transformation of their reality. A content analysis of the statements of a set of tasks extracted from recent publications of The International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications-ICTMA was carried out. An emergent categorization system was designed to facilitate the recognition of the characteristics of both types of modeling in terms of actions. Each of the potential actions evidenced in the task statements analyzed and how they are the result of the adoption of certain descriptive and prescriptive features of modeling are presented. In the results, we present each of the potential actions evidenced in the task statements analyzed and how they imply the adoption of certain descriptive and prescriptive features of modeling. The chapter ends with some reflections on this categorization in relation to the descriptive and prescriptive character of modeling and its integration in the mathematics classroom. At the end of the chapter, some implications of this study for teaching and research are presented.

Keywords

Mathematical modeling, modeling tasks, action, intention.

Introducción

La modelación matemática, en su sentido más amplio, ha recorrido un camino que abarca desde la representación de fenómenos mecánicos de interés para la física hasta el desarrollo de herramientas para estructurar la economía de las sociedades (Israel, 1996). En un paradigma más reciente, está relacionada con el análisis de grandes conjuntos de datos, la computación y la optimización (Ang, 2021). Este tránsito de los procesos de modelación matemática ha otorgado al ser humano la capacidad de describir fragmentos de la naturaleza y la realidad en general, así como de estructurar nuevas maneras de interactuar con dominios no matemáticos.

En el ámbito educativo, la literatura de investigación destaca la necesidad de incorporar en el aula tareas de modelación que generen procesos de diferente naturaleza. Niss (2015) propone una categorización de la modelación matemática en dos enfoques: modelación descriptiva y modelación prescriptiva. La modelación descriptiva captura fragmentos de la realidad, mientras que la modelación prescriptiva se enfoca en guiar las acciones de los seres humanos y de dispositivos tecnológicos. Skovsmose (2023), mediante la analogía con la lectura y escritura del mundo, invita a desarrollar procesos en el aula que permitan tanto interpretar el mundo que rodea al estudiantado como tomar acciones que intervengan en ese mundo. Skovsmose

(2023) llama a esto *modelación performativa*. En otras palabras, a través de la enseñanza de las matemáticas se reconoce el mundo como un objeto de estudio, pero también como una realidad con posibilidad de transformación.

Cada tipo de modelación matemática, o más bien, cada propósito para llevar a cabo la modelación tiene características propias, que no son necesariamente independientes. Los procesos de descripción y de intervención a través de la modelación matemática son abordados en este capítulo en el contexto teórico de la *acción*. Según Skovsmose (2023), la modelación matemática en el aula permite cuestionar el uso de las matemáticas en las estructuras que sustentan la sociedad y en la vida cotidiana. Los propósitos *performativos* de la modelación implican materializar la *acción*; es decir, al hacer matemáticas se actúa, pero también se estructura el actuar mediante las matemáticas, lo que conlleva implicaciones sociales significativas.

Para contribuir con evidencias que aborden estas cuestiones, en este capítulo se presentan los resultados de un estudio en el que se analiza un conjunto de tareas de modelación matemática para reconocer sus características. En concreto, se ofrece una respuesta a la pregunta: *¿cuáles son las características descriptivas y prescriptivas de la modelación matemática que se pueden identificar a través de las acciones a las que se orientan las tareas propuestas?* Para ello, organizamos el capítulo en cuatro secciones adicionales. La primera de ellas presenta elementos distintivos reportados en la literatura sobre la modelación descriptiva y prescriptiva, así como sobre la acción. La siguiente sección describe los procedimientos para la recolección, sistematización y análisis de las tareas. Luego de ello, la siguiente sección describe las tipologías, características contextuales y particulares de las acciones que referencian elementos descriptivos y prescriptivos. Finalmente, en la última sección se presentan las discusiones que suscitaron los análisis y los hallazgos que se derivaron de estos.

La modelación descriptiva y prescriptiva

La modelación matemática es una herramienta fundamental en la Educación Matemática y en la comprensión de la matemática en la vida cotidiana. Su importancia radica en que permite a los estudiantes abordar situaciones del mundo real, identificar problemas, formular preguntas y aplicar conceptos matemáticos para analizar y resolver esas situaciones (Lesh & Doerr, 2003). Niss (2015) diferencia los tipos de modelación matemática en función de los propósitos con los que se lleve a cabo dicha modelación, tanto en el ejercicio profesional como en el escolar. El autor reconoció la importancia de diferenciar el proceso de modelación según el resultado esperado: bien se trate de un modelo que represente la realidad, o bien que soporte la toma de decisiones para la intervención de la realidad en cuestión. En concreto, el término de modelación descriptiva se usa para referirse a la modelación que apunta al primer caso —la captura de unos fragmentos de la realidad—, y el

término de modelación prescriptiva para el segundo —orientar las acciones de los seres humanos y de los dispositivos tecnológicos—. En tanto esta diferencia dispone una línea de trabajo para la comprensión de los usos de los modelos, propone al tiempo una oportunidad para la enseñanza y problematización de dichos usos.

En particular, la posibilidad de que los estudiantes se enfrenten a tareas en las que se precisa una comprensión de los objetos matemáticos, de sus relaciones y de los alcances de los modelos construidos frente a los contextos en los que cobran sentido estos objetos y relaciones, requiere que exploren situaciones en las que los modelos demanden tanto la descripción como la orientación para la toma de decisiones y para la acción —prescripción—. A continuación, se desarrolla con más detalle la modelación descriptiva y prescriptiva.

Modelación descriptiva

La modelación descriptiva ha sido uno de los procesos con los que se ha abordado las matemáticas a nivel educativo (Niss & Blum, 2020; Stillman, 2019; Steffensen & Kacerja, 2021). Se ha usado para comprender o analizar fenómenos extramatemáticos existentes; en otros términos, se propone capturar la estructura y organización esencial de una situación a través de un proceso de matematización y traducción entre lenguajes (Stillman, 2019). La modelación descriptiva se enfoca en la representación y comprensión de fenómenos. Implica la construcción de modelos matemáticos que reflejan aspectos de la realidad sin la intención de intervenir en ella. Este enfoque es útil para la enseñanza de conceptos matemáticos y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas.

Esta forma que toma la modelación corresponde a una amplia trayectoria aristotélica que concibe el estado perfecto y repetitivo de los astros como entidades descriptibles mediante el lenguaje matemático, y a la naturaleza que se encuentra en permanente variación como susceptible de fragmentar y abstraer estos fragmentos, también mediante la descripción matemática (Prigogine & Stengers, 2004). Esta idea, aunque sufre diferentes transformaciones, permanece en la ciencia clásica, en especial frente a la influencia Newtoniana. No se quiere decir con esto que es un tipo de modelación que se deba suprimir, por el contrario, es un punto de partida y un ejercicio típico en la forma de relación del hombre con la realidad.

Niss (2015) define la modelación descriptiva como un proceso en el que se prepara un componente del dominio extra matemático, se matematiza, se plantea una cartografía a partir de objetos matemáticos y se crea un modelo que luego se contrasta con el dominio inicial. Según el autor, esta es una forma básica de modelación, a partir de la cual se pueden generar otros procesos, o también en contraste con el cual se comprenden que los procesos

de modelación son diferentes cuando se propone representar una situación o cuando se propone crear o intervenir una situación. De esta manera, la modelación descriptiva encuentra lugar, por ejemplo, en la captura de fenómenos en el lenguaje algebraico y en la representación de fenómenos o situaciones en gráficos. Así también se hace evidente en problemas físicos relacionados con el movimiento mecánico, o en la construcción de un mapa de una ciudad.

Modelación prescriptiva

La prescripción no sólo requiere la comprensión y representación de una situación, sino que necesita mantener cierto nivel de control de la situación, fenómeno o problema que se espera modelar: el fin del modelo es tomar decisiones respecto a la acción y/o a la creación de un nuevo objeto o una nueva condición. Meyer (1984) indica que este tipo de modelación está asociada a situaciones de optimización o normalización; por ejemplo, la creación de políticas públicas, o a la solución de problemas de la economía y de las finanzas.

Con base en la literatura revisada (Ikeda & Stephens, 2021; Meyer, 1984; Niss, 2015), se identifica que las relaciones de la modelación prescriptiva con la optimización y la normalización se recogen y amplían en la toma de decisiones. Los procesos que se llevan a cabo en este tipo de modelación se ejecutan con el fin de tomar decisiones; para ello, se puede desarrollar un proceso para encontrar entre un conjunto de opciones aquellas que resultan óptimas en una situación particular, se puede desarrollar un modelo que oriente las consideraciones que se han de tener en cuenta para tomar una decisión en un contexto específico. La modelación prescriptiva va más allá de la descripción y busca influir en la realidad. Los modelos matemáticos se utilizan para diseñar soluciones, tomar decisiones y planificar resultados. Este enfoque promueve la toma de decisiones informadas y la capacidad de los estudiantes para utilizar las matemáticas como herramienta de cambio en su entorno (Niss, 2015).

De esta manera, se puede considerar aquí que la modelación prescriptiva tiene que ver a nivel conceptual con el trazo de rutas o caminos para la acción (Anders et al., s.f.; Raimundo, 1867); a nivel práctico, con la construcción o estudio de modelos para la toma de decisiones que se materializan usualmente en procesos de optimización o normalización, pero también, en las decisiones de la vida cotidiana (Niss & Blum, 2020); y, contextualmente, este tipo de modelación cuenta con una alta presencia en ámbitos como la logística, el mercadeo, las políticas económicas, la estandarización de procesos, la planeación civil, las finanzas personales, las acciones sostenibles y la salud (Niss & Blum, 2020; Ikeda & Stephens, 2021; Steffensen & Kacerja, 2021).

La modelación descriptiva y prescriptiva en clase de matemáticas

Una de las vías con las cuales se ha propuesto la integración de la modelación en el aula es a través de las tareas de modelación (Villa-Ochoa et al., 2017). Niss (2015) sostiene que la educación matemática requiere la selección adecuada de tareas que permitan tanto la descripción como la intervención en el mundo al que pertenecemos y en las situaciones que nos acontecen. Estas tareas deben ser contextualmente relevantes y desafiantes, fomentando el pensamiento crítico y la aplicación de conceptos matemáticos en situaciones significativas (Stillman et al., 2015).

A partir de la amplitud que tienen estos dos tipos de modelación en la relación entre matemáticas y realidad, Niss (2015) argumenta la necesidad de abordar y proponer escenarios en clase en los que los estudiantes puedan aproximarse a ambos tipos. Las razones que esgrime el autor se dirigen a que la integración de ambos tipos de modelación posibilita un amplio desarrollo de las competencias, una mejor aproximación al ejercicio profesional y una ampliación de las posibilidades del uso de las matemáticas en relación con otros dominios. La integración de ambos tipos de modelación en el aula supondría, según el autor, oportunidades en dos dimensiones:

- La ocasión para la revisión y robustez de los ciclos de modelación
- Una profundización en la naturaleza de los modelos matemáticos.

Estudiar la modelación descriptiva y prescriptiva se constituye, entonces, en una oportunidad para la ampliación teórica del campo de la modelación, pero también en un motivo de cuestionamiento de la construcción y uso de los modelos. En esta medida, se reconoce el valor investigativo y didáctico que constituye su integración en el ámbito escolar. Diferentes autores que se han interesado por estos dos tipos de modelación han defendido la importancia de evaluar las formas de su integración en el ámbito escolar. Particularmente porque las características de cada uno de estos tipos de modelación se abstraen de los ámbitos profesionales, y su extrapolación en ámbitos educativos requiere una reestructuración, adecuación y de atravesarse por un sentido pedagógico

Tareas de modelación matemática descriptiva y prescriptiva en la literatura

En la literatura revisada respecto a la modelación descriptiva y prescriptiva no es común encontrar detalles de sus características, ni sobre los tipos de acciones que se asocian a cada tipo de modelación. Tampoco se encuentran consideraciones que permiten desencadenar en el elemento central de toma de decisiones, el enfoque que se da a las tareas para que movilice la prescripción o el análisis sobre esta, las perspectivas de la educación matemática con las que se aborda en el aula y sus contextos (Seffensen & Kacerja, 2021; Ikeda & Stephens, 2021; Kacerja et al., 2021).

Estudiar las características de la modelación descriptiva y prescriptiva en las tareas reportadas en la literatura implica comprender que los modelos no son en sí mismos descriptivos ni prescriptivos (Niss & Blum, 2020), por lo que el enfoque en un tipo u otro lo propondrán los fines con los que se construyan los modelos en el aula y los usos que se den a estos, así como el tipo de preguntas y problemas que se planteen. Por consiguiente, vale la pena, como punto de partida, abstraer de las tareas de modelación existentes, las características que en ellas se contienen de la modelación descriptiva y prescriptiva con el fin de, a partir de sus características, conseguir diseñar nuevas tareas que tengan como propósito el trabajo intencionado en cada una de ellas.

Según se mencionó anteriormente, el estudio de la modelación descriptiva o prescriptiva involucra el estudio de sus alcances y propósitos más que de los modelos mismos; por tanto, para este estudio se establecieron como unidades de análisis *las potenciales acciones* que pueden promover las tareas. Al estudiar las acciones, se pueden conjugar el estudio de los contextos que las incentivan, los fines a los que se dirigen y su proximidad o contraste con los reportes de la literatura, en cuanto a cada uno de los tipos de literatura. Por tanto, este análisis de las tareas se centrará en las *acciones*, las cuales se reconoce que no son necesariamente las mismas que buscaba promover el autor de la tarea, pero que sí se podrían derivar del diseño propuesto. Tomando como base esta unidad de análisis, se expondrán a continuación algunos sustentos teóricos en lo que respecta a la comprensión de la *acción*.

Intención y acción

La *acción* es un concepto intuitivo e intrínseco de la condición humana, por lo que resulta complejo delimitarlo. En los términos más generales, la acción se le “suele atribuir a la operación de un agente” (Ferrater Mora, 2015, p. 41). En la literatura, la acción tiene que ver con la iniciativa, con la actividad, con el movimiento. En el presente trabajo se usan algunos elementos de la perspectiva de la filosofía pragmática, que permitan reconocer posibles acciones y sus conceptualizaciones, contextos y formas de vínculo con la modelación descriptiva y prescriptiva.

En los referentes que orientan el presente trabajo, se reconoce la *acción* como el centro de la discusión y, por tanto, como una manera de hacer explícito el carácter descriptivo o prescriptivo de la modelación. Para este propósito, se asumen como referentes la postura política de Hannah Arendt y la postura crítica de Ole Skovsmose. Arendt reivindica la acción como una de las actividades humanas fundamentales, la cual pone en la esfera política, y es esencial para la vida en sociedad y la formación de la identidad individual y colectiva. Por su parte, Skovsmose ofrece una caracterización de los elementos constituyentes de la *acción*.

Para Arendt (1958), la *acción* es una condición humana que se refiere a la capacidad emprender algo, tomar una iniciativa, poner algo en movimiento, como consecuencia de una elección deliberada. En medio de esta iniciativa y movimiento se ponen en juego la singularidad de los sujetos. La autora desarrolla el concepto de *acción* en relación con el encuentro de la verdad material de los sujetos, con el ideal moral de una sociedad, como elemento constitutivo de poder y como elemento constitutivo de la ciencia. Aunque todas las relaciones tienen incidencia entre sí, para el presente ejercicio analítico interesa su planteamiento de la *acción* como elemento constitutivo de ciencia y poder.

En la ciencia, la acción del hombre ha estado históricamente vinculada con los verbos de registrar, contemplar y observar. La primacía de estos verbos se asocia a una perspectiva de la naturaleza como fenómeno conformado por procesos sin retorno, por lo que el papel del ser humano, en esta perspectiva, se vincula con el descubrimiento de las leyes por las que se rigen esos procesos. En cuanto la humanidad se replantea su lugar e injerencia en esta misma naturaleza, la acción se recubre con una capacidad para fabricar procesos. En específico, Arendt (1958) afirma que:

Los hombres que ya no estaban satisfechos con observar, registrar y contemplar lo que la naturaleza producía, y empezaron a prescribir condiciones y provocar procesos naturales. Lo que luego se desarrolló en una creciente habilidad en desencadenar procesos elementales que, sin la interferencia de los hombres, hubieran permanecido latentes y quizá no se hubieran realizado (p. 84)

La *acción* se relaciona directamente con la *intención*, y es la *intención* del agente lo que la diferencia de otras maneras de comportamiento. Se asumen las *intenciones* no como la causa de la *acción*, sino como un componente de esta. Arendt (1958) argumenta que las intenciones y las acciones no son simplemente aspectos individuales separados, sino que están profundamente entrelazados en el contexto de la acción política y social.

En la comprensión de Arendt (1958), la *acción* sólo existe en dialéctica con los discursos, con el saber y con la praxis; no quiere decir con esto que se difuminen en algún momento, sino más bien que la *acción* tiene lugar en el discurrir humano a partir del contraste y la complementariedad con los discursos, con el saber y con el hacer. Requiere entonces de la constitución de nuevos procesos que sólo se logran mediante la intervención, requieren de un comienzo, una conducción, un gobierno y poner en movimiento, que es a lo que Arendt se refiere con la *acción*.

Skovsmose (1999), en el contexto propio de la educación matemática, ofrece una aproximación al aprendizaje a partir de la triada *disposición – intención – acción*. Con esto, el autor quiere decir que la disposición a la consecución de un objetivo determina la *acción*. Los sujetos disponen, por consiguiente, una serie de intenciones que sólo nacen en el marco de su

historia personal y de las condiciones que le sugieren las interacciones con los otros. Los sujetos interactúan con otros para compartir ideas, debatir puntos de vista y alcanzar acuerdos. Estas interacciones sociales pueden dar forma a las intenciones individuales y llevar a la construcción colectiva de objetivos y metas.

En el reconocimiento del aprendizaje como una *acción*, Skovsmose (1999) encuentra en la relación *intención – acción* una oportunidad de asumir la educación matemática, a la vez como posibilidad para la reflexión y para la transformación. Bien se reconoce que no siempre las intenciones derivan en las acciones, toda *acción* requiere de una intención que la convoca. Esas intenciones pueden estar motivadas por los profesores desde el diseño de las tareas. Al reconocer y trabajar con las intenciones de los estudiantes, los profesores pueden tomar medidas efectivas para crear experiencias educativas significativas y empoderadoras, transformando así la educación matemática para el beneficio de los estudiantes y la sociedad en general.

Las ideas de *acción* hasta ahora presentadas sugieren que el *motivo* y la *intencionalidad* son dos aspectos centrales de la acción. El motivo se refiere a la causa o razón que impulsa a una persona a realizar una acción específica, pero, a la vez, la sostiene en el tiempo y hace la que acción se dirija hacia ella. Es decir, le da dirección. Los motivos pueden ser variados y complejos, y están relacionados con las inclinaciones, las emociones y las consideraciones prácticas que llevan a una persona a actuar de cierta manera (Skovsmose, 1999). La intencionalidad se relaciona con la capacidad humana de actuar con un propósito. Las personas pueden realizar acciones con intenciones específicas y metas claras (Arendt, 1958).

En el caso particular del presente estudio, la *acción* es el acto de interactuar y comunicarse con otros, revelando la singularidad y la pluralidad humana (Arendt, 1958). Es un proceso que involucra el discurso, la disposición y la libertad para iniciar algo nuevo, así como las motivaciones, las intenciones y la responsabilidad por las propias acciones. De manera específica, se analiza la acción a partir de los aspectos de *motivación e intenciones*, que se analizan en los enunciados de las tareas de modelación estudiadas. Lo anterior no desconoce que los sujetos que participaron en las diferentes investigaciones que reportan los documentos leídos tienen también un conjunto de intenciones y resistencias intrínsecas y correspondientes con su subjetividad, las cuales entran en un proceso dialógico con los propósitos de las tareas, pero que escapan al propósito de este capítulo.

Vale la pena recuperar que el carácter intrínseco de la *acción* en el ser humano la convierte en un objeto de estudio de la filosofía, de la pedagogía y la psicología. Se reconoce que la *acción* de los sujetos no es el resultado único y directo de un estímulo denominado intención. Por el contrario, se reconoce la trascendencia del inconsciente en la ejecución de las acciones.

La intención del sujeto o la dispuesta por el maestro son, en este estudio, una posibilidad entre muchas otras. Sin embargo, es la interacción entre intención y acción la que permite hacer un estudio de la modelación descriptiva y prescriptiva con el enfoque en las tareas que se diseñan para el aula de clase.

Lo anterior quiere decir que fue a partir de la comprensión del vínculo que se establece entre intención y *acción* en Arendt (1958) y en Skovsmose (1999) que resultó posible hacer un estudio de las características descriptivas y prescriptivas de las tareas de modelación. Específicamente, a través de los autores se hizo una relectura del texto de Niss (2015) y se identificó como elemento determinante en la caracterización de cada uno de los tipos de modelación lo que Niss (2015) denomina como “propósito”. Si bien no se asumen como sinónimos (intención y propósito), la intención puede ser determinante para conducir la *acción* y a su vez el maestro establece unos propósitos de modelación en la tarea con los que prevé posibles acciones que llevarán a cabo los estudiantes en su desarrollo.

Método

Fuente de los datos

Los datos se obtuvieron de la serie International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling (IPTL). Esta serie contiene las publicaciones de la comunidad más ampliamente reconocida a nivel global en modelación matemática: International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA). Esta comunidad tiene presencia en diferentes eventos académicos y ofrece una estructura participativa y una organización que incluye profesores, investigadores y otros académicos; además, sus publicaciones incluyen una amplia gama de temáticas, perspectivas y alcances conceptuales, profesionales y científicos y han sido incluidas en bases de datos reconocidas donde también han sido ampliamente referenciadas.

La selección de los datos se centró en las tareas reportadas en dos últimas publicaciones del ICTMA al momento de la escritura de este capítulo; explícitamente, se revisaron los capítulos de libro de *Mathematical Modelling Education in East and West* (Leung et al., 2021), que corresponde a la publicación de las conferencias de esta comunidad y *Advancing and Consolidating Mathematical Modelling* (Greefrath et al. 2023), que corresponde a la última publicación del *International Congress on Mathematical Education* (ICME). La razón para centrarse en las tareas de estas publicaciones es que se hace evidente un reconocimiento e integración de la modelación descriptiva y prescriptiva en la investigación y en los currículos de matemáticas (Niss, 2015; Stilman et al., 2019).

En estas publicaciones se seleccionaron específicamente las tareas contenidas en los capítulos de libro que correspondieran con los siguientes criterios de inclusión:

- Investigaciones que contienen descripciones de las tareas de modelación matemática diseñadas o implementadas.
- Investigaciones diseñadas o implementadas con estudiantes de la educación primaria, secundaria y de la educación media (de los 7 a los 18 años aproximadamente).

No se incluyeron tareas de modelación diseñadas para el trabajo con profesores en formación o con profesores en ejercicio. Tampoco investigaciones en las que se proponía a los profesores el diseño de tareas.

Procedimientos para el registro y el análisis de los datos

Este estudio se propone reconocer las características descriptivas y prescriptivas de las tareas de modelación matemática a través de la identificación de las acciones potenciales que se pueden colegir en ellas.

Se revisaron los títulos, palabras claves y resúmenes de los 55 capítulos de Leung et al. (2021) y los 20 capítulos que componen Greefrath et al. (2023). Se seleccionaron 30 enunciados de tareas (ver anexo 1) de 23 capítulos que cumplieran con los criterios de inclusión. Estos documentos fueron revisados a profundidad. Ello implicó reconocer los contextos, las instrucciones u orientaciones para el estudiante, así como los propósitos. Se realizó un proceso de análisis de contenido que involucró la delimitación de unas dimensiones analíticas.

Se sistematizó el registro de las tareas y se identificó con un código que indicara el número de la tarea. Así, por ejemplo, la tarea ICTMA_01 hace referencia a la primera tarea compilada en el registro tabular. Cada investigador realizó una primera vinculación de las dimensiones analíticas y registró su lectura en una hoja de cálculo - Excel. Luego se pusieron en común las interpretaciones de cada uno de los tres investigadores (autores de este capítulo) y se estableció una categorización con relación a las posibles acciones que podría desatar cada una de las tareas en la que se reconocieron elementos de lo descriptivo y lo prescriptivo.

El proceso de análisis de contenido se consideró como una técnica de interpretación de textos que permite generar conocimientos de diversos aspectos y fenómenos de la vida social, a partir de un análisis macro y micro de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a su contexto (Andréu, 2002). En este estudio, el análisis de contenido se enfocó en identificar acciones potenciales que podrían suscitar las tareas y que no están necesariamente explícitas. Además, posibilitó la comprensión de la manera como se han integrado hasta ahora los fines descriptivos y prescriptivos en la modelación matemática.

Para la identificación de las características de cada tipo de modelación en el aula, se requirió de un rastreo de las condiciones de las tareas (Tabla 1) que se han planteado en términos del diseño (características contextuales y del requerimiento para quien resuelve o de la pregunta) y de los vínculos con la modelación descriptiva (representación, comprensión de una situación) y prescriptiva (toma de decisiones, transformación de una situación). Este rastreo permitió identificar las particularidades de las tareas que movilizan lo descriptivo y lo prescriptivo, y generaron un punto de base sobre el cual construir tareas de modelación con propósitos descriptivos y prescriptivos.

Figura 1
Dimensiones y categorías para el análisis

Dimensión analítica		Categorías descripción
Del diseño	Características contextuales	- Tareas no aplicativas - Sin conexión con contextos relacionados con diferentes dimensiones de la realidad (no sólo la matemática) - Tareas de aplicación ficticia Contienen contextos relacionados con la realidad diseñados por el autor - Aplicaciones auténticas contienen datos de la vida real o datos recopilados por los estudiantes en sus tareas diarias
	Características del requerimiento para quien resuelve o de la pregunta	- Crear procedimientos - Establecer un modelo - Tareas cerradas (tener solo una respuesta) - Tareas abiertas (tener varias o muchas respuestas correctas) - Tareas de respuesta múltiple. Seleccionar las respuestas correctas entre las opciones ofrecidas - Requerir la representación de datos matemáticos en diferentes formas - Traducción de datos matemáticos de una representación a otra
Vínculos con los tipos de modelación	Modelación descriptiva	- Representación - Comprensión de una situación
	Modelación prescriptiva	- Toma de decisiones - Transformación de una situación

Nota. Fuente: Elaboración propia

Con base en los referentes conceptuales que orientaron la investigación, el análisis de las tareas permitió elaborar las categorías emergentes que se enuncian en la Tabla 2.

Estas categorías se desarrollan en el siguiente apartado. Cabe señalar que el análisis del presente estudio se constituyó a partir de un proceso dialógico entre las dimensiones analíticas que se referenciarán en cada una de las categorías.

Figura 1*Dimensiones y categorías para el análisis*

Categorías	Descriptor de la categoría
Acciones de representación	- Crear o generar representaciones (gráficos, diagramas, modelos matemáticos o cualquier otra forma de visualización) - traducir un sistema a otro (ej. Geométrico, visual, algebraico) - Describir o comunicar información sobre un fenómeno o situación
Acciones de comprensión	- Entender o interpretar información o conceptos específicos - Interpretar los significados de un dominio en relación con otro (dominios de la física, de la ingeniería, dominios sociales, matemáticos) - Analizar, identificar patrones, inferir significados o establecer conexiones entre diferentes elementos para adquirir una comprensión más profunda
Acciones de evaluación	- Analizar modelos - Evaluar críticamente o analizar la calidad, eficacia o adecuación de una representación, modelo o solución - Determinar la precisión y utilidad de la información o el enfoque adoptado
Acciones de reflexión	- Estudiar impactos y consecuencias de los modelos, tomar conciencia sobre todas estas mismas acciones que se llevan a cabo - Pensar críticamente sobre el proceso de modelación, las decisiones tomadas y las implicaciones de las representaciones o soluciones propuestas - Ajustar, revisar o mejorar el enfoque de modelación
Acciones de decisión	- Elegir entre un conjunto de opciones - Construir un sistema de elección - Tomar decisiones basadas en la información o modelos matemáticos desarrollados. Esto implica seleccionar una acción específica o un curso de acción entre varias opciones posibles
Acciones de transformación	- Buscan cambios en los estudiantes (en sus formas de percibir una situación, en sus comportamientos) - Implican la aplicación de cambios o modificaciones a una situación, sistema o proceso, generalmente con el objetivo de mejorar o adaptarse a un propósito particular
Acciones de proyección	- Predecir comportamientos futuros - Extrapolación de datos o tendencias en el futuro - Implica hacer predicciones o proyecciones basadas en las representaciones matemáticas existentes y los patrones identificados

Nota. Fuente: Elaboración propia

Resultados: características de las tareas de modelación matemática

Este estudio reconoce las características descriptivas y prescriptivas de las tareas de modelación matemática. A continuación, se presentan cada una de las potenciales acciones evidenciadas en los enunciados de las tareas analizadas y cómo estas son el resultado de la adopción de ciertas características descriptivas y prescriptivas de la modelación.

Acciones de representación

Las acciones de representación se refieren a la traducción entre diferentes sistemas. Esto es construcción, por ejemplo, de gráficos o de expresiones numéricas que dan cuenta de una información perteneciente a un cierto dominio con el fin de describir o comunicar esta información. La representación, como ya lo habían referenciado Morales y Rosas (2016), es inherente a los procesos de modelación. Esto puede ser una explicación sobre porqué estas acciones de representación son las que con mayor frecuencia aparecen en las tareas estudiadas.

Como proceso inherente, se evidencian tres posibles formas de proponer acciones de representación. En la primera se proponen como un fin en sí mismas, esto quiere decir que la acción de los estudiantes se orienta a representar un conjunto de información en un sistema diferente al que la tarea propone esta información. En la segunda, la representación es un medio para emprender otra acción, entre ellas, la más usual, la ejecución de un cálculo.

La primera forma es el resultado del análisis de tareas como ICTMA_01. En esta tarea, Ang (2021) sugiere a los estudiantes la representación de unos datos propuestos en una tabla. Los datos contienen la cantidad de personas infectadas con el SARS en cada día durante los primeros 70 días en Singapur. En este caso, el modelo puede ser, por ejemplo, un gráfico en un plano cartesiano que incluya las variables presentes en la tabla que ofrece la tarea. El propósito en este caso es obtener una nueva forma de observación de los datos. La representación como fin en sí mismo se enfoca en los modelos como posibilidad para complementar la comprensión de una situación o fenómeno mostrando una nueva arista de este.

La segunda forma resulta de la categorización de tareas con características similares a ICTMA_04. En esta tarea en particular, Fisher (2021) presenta un contexto relacionado con la dinámica de una población de ciervos en un ecosistema, para indicar el número de esta especie en 26 años. En la tarea propuesta se sugiere a los estudiantes construir diferentes modelos que permitan representar la información contenida en la tarea, como diagrama de flujo, o una gráfica en el plano cartesiano con el fin de realizar una proyección de esta información. En esta última tarea, la representación brinda a los estudiantes una oportunidad para encontrar nuevas relaciones en la información presentada. El proceso de modelación que se sugiere en este caso requiere de la comparación entre diferentes modelos, por lo que la representación es un requisito para el análisis posterior y la construcción de nuevos modelos derivados de este análisis.

En esta segunda forma también se puede referenciar la tarea ICTMA_09. Para este caso, Schmitz y Schukajlow (2021) proponen la construcción de un modelo para recrear la situación relatada en la tarea. La representación es

el medio para dar respuesta a la pregunta *¿a qué altura vuela la cometa?*, conociendo algunos datos como la distancia de quien sujeta la cometa a una observadora y la longitud que tiene la cuerda de la cometa. En este caso, las acciones que se llevarían a cabo permitirían hacer cálculos con mayor facilidad y solvencia para conseguir dar una respuesta a la pregunta.

Las representaciones, que puede tomar forma en simbolización o en la reconstrucción de un conjunto de información, resulta una acción necesaria para el desarrollo de muchas otras acciones. En esta medida, la representación es necesaria tanto para la descripción como para la prescripción. Encarna, por una parte los propósitos descriptivos, especialmente cuando toma la forma de fin en sí misma. Por otra parte, se convierte en una condición necesaria para llevar a cabo propósitos prescriptivos cuando se presenta como medio para alcanzar otros fines.

Acciones de comprensión

Las acciones de comprensión se dirigen a la interpretación de la información, la formación o la apropiación de conceptos o significados de un dominio en relación con otro (dominios de la física, de la ingeniería, dominios de las ciencias sociales). Se busca que los estudiantes identifiquen los componentes de modelos, comparen formas de representaciones y modelos existentes, además de que seleccionen variables relevantes para explicar un fenómeno. En la tarea propuesta por Tangkawsakul, y Makanong (2021), identificada como ICTMA 24, la modelación conlleva a los estudiantes a reconocer unidades de medida como la PM_{2,5} (materia particulada que tiene un diámetro de menos de 2.5 micras), pero, también, unidades no convencionales y algunos contextos en los que esas unidades cobran sentido. Así también se dirigen a establecer relaciones con las condiciones particulares de ese contexto.

Las tareas en las que se encuentran acciones de comprensión usan modelos existentes para estudiarlos, problematizarlos y extrapolarlos. Esto quiere decir que se analizan e identifican patrones o modelos para inferir significados o establecer conexiones entre diferentes modelos. En el caso particular de la tarea ICTMA_24, se invita a los estudiantes a establecer relaciones con el contexto en un doble sentido; en una primera vía, a comparar medidas con el fin de tener referentes cercanos y contextuales para comprender la dimensión del PM_{2,5}. En una segunda vía, las acciones intencionadas esperan generar una comprensión de las situaciones pertenecientes al dominio ecológico a partir de la comprensión de la materia particular 2.5.

En este ejemplo, se evidencian acciones de comprensión que tienen un interés por generar procesos descriptivos de la información y de los modelos mismos. El alcance particular de estas acciones está en la descripción, en

ellas no se desarrollan modelos para un fin en particular, sino que se usan para estudiar sus particularidades, alcances, limitaciones y relaciones. Sin embargo, al igual que las acciones de representación, las de comprensión son acciones que también son necesarias para llevar a cabo modelación de prescriptiva.

Acciones de evaluación

Las acciones de evaluación requieren del contraste entre modelos con el fin de determinar su pertinencia, explorar los alcances y las limitaciones de estos. Para la ejecución de la tarea ICTMA_19 (Kawakami & Mineno, 2021) se identifica el propósito de llevar a cabo acciones de evaluación y acciones de representación y proyección. Al invitar a los estudiantes a comparar los resultados obtenidos con su modelo para determinar la población de Japón por grupos de edad para el 2015 y los resultados reales registrados en las bases de datos oficiales, se convoca a la vez a la revisión del modelo, al reconocimiento del nivel de precisión o a la comparación de los resultados en coherencia con las variables que se incluyen en el modelo. Es decir, las acciones de evaluación se encaminan al análisis de la calidad, eficacia o adecuación de sus representaciones, de la selección de variables y el modelo mismo.

En las tareas analizadas en este estudio fue posible observar que, al interior de las acciones de evaluación, se evidencia una menor frecuencia en las que se presentan como un fin en sí mismo, esto quiere decir que a menudo se reportan como un requerimiento previo para llevar a cabo otras acciones. Junto con las acciones de reflexión, que se expondrán más adelante, las de evaluación representan un punto intermedio y vinculante entre modelación descriptiva y la prescriptiva. En este caso, se hace referencia a que las acciones de evaluación se relacionan de manera más próxima con procesos descriptivos en los que se sintetiza información disponible y se analiza la pertinencia de la elección de la información, de la construcción de modelos y de sus relaciones con los dominios a los que alude. Sin embargo, uno de los contextos en los que suelen requerirse acciones de evaluación es en la toma de decisiones, esta última precisa la identificación de opciones y análisis de cada una de estas.

Acciones de reflexión

Valero y Skovsmose (2012) atribuyen a la reflexión la capacidad de volcarse sobre sí mismo, hacer una revisión cuidadosa de lo que es consabido para cuestionar su validez y coherencia de acuerdo con las condiciones particulares y contextuales con las que se relaciona. No resulta una cuestión sencilla encontrar tareas en las que sea posible identificar acciones de reflexión. Son acciones que están íntimamente relacionadas con la transformación. Como

ejemplo se puede referenciar aquí la tarea ICTMA_26 de Steffensen y Kacerja (2021), donde se propone a los estudiantes explorar el modelo que está detrás de las calculadoras de la huella de carbono.

En la tarea, las orientaciones dispuestas conllevan a reincorporar una mirada sobre las calculadoras, que son una herramienta utilizada con frecuencia para una comprensión que va más allá de la asignación de un valor. En su lugar, se incentiva el cuestionamiento sobre las intenciones que pueden estar tras estas calculadoras y que corresponden con las variables seleccionadas para los simuladores, con las personas que las diseñan y el esclarecimiento sobre sus límites y alcances. En especial, con base en la información que proporciona este modelo y su exploración, se proyectan o simulan situaciones futuras que reclaman acciones de transformación.

Este tipo de tareas implican el desplazamiento de un conocimiento; es decir, agitar conocimientos que parecen estables. Esto las pone en un lugar limítrofe entre la descripción y la prescripción, donde los aspectos descriptivos y prescriptivos de un modelo se entrelazan de manera compleja y sutil. En un lugar limítrofe, un proceso de modelación puede ser descriptivo al capturar un fenómeno y, al mismo tiempo, prescriptivo al proporcionar orientación para tomar decisiones basadas en ese fenómeno. Esto puede ocurrir cuando el modelo, al describir una situación y generar insumos para la reflexión acerca de ella, también sugiere acciones específicas para modificar esa situación de manera coherente con las reflexiones suscitadas.

Así mismo, la reflexión se refiere a la evaluación de las consecuencias, en el caso que lo propone Skovsmose (1999), éticas y sociales de los conocimientos y las prácticas tecnológicas o instrumentales derivadas de estos conocimientos. La reflexión exige acciones de evaluación como el examen detenido de los modelos y suscita, a la vez, acciones de transformación de conocimientos y de las acciones mismas.

Es importante señalar que la idea antes expuesta no se refiere a un procedimiento a seguir —evaluación, reflexión y transformación—, pues la reflexión se reclama incluso posterior a las acciones de transformación como una oportunidad para revisar y ajustar las intervenciones que tienen lugar a través de la modelación. Un ejemplo se puede encontrar en ICTMA_03. En esta tarea, Ang (2021) investiga a partir de una tarea donde pide a los estudiantes hacer un modelo para una distribución justa de un presupuesto de participación en actividades académicas del departamento de una institución. El término “justa” implica una evaluación y reflexión, tanto previa como posterior, de los modelos construidos, así como una discusión en función de que un modelo de distribución justo no es necesariamente equivalente a un modelo igualitario. La reflexión, entonces, puede desatar acciones de transformación o volver sobre sí para llevar a ajustes, mejoras o revisiones en el proceso de modelación llevado a cabo.

Acciones de decisión

Las acciones de decisión pueden estar dirigidas a la elección de una opción entre un listado de posibles o a la construcción de un sistema más general que permita en situaciones y contextos similares (vg. la distribución de un rubro en ICTMA_03; Ang, 2021) evaluar las opciones y apoyarse en el modelo para tomar la decisión. Otro ejemplo en el que es posible observar la construcción de un sistema general de decisión es la propuesta por Ang (2021) en la tarea ICTMA_02. En este último caso, lo que se espera es que el modelo construido no solo apoye un proceso de selección en una contratación, en su lugar, la construcción del modelo es el fin en sí mismo. Se espera que el modelo pueda ser aplicado en diferentes procesos de selección de personal y contribuya a elegir una persona apta para el puesto que se requiere. La matematización en este tipo de tareas no implica solamente la denotación simbólica a una información propuesta, sino buscar y determinar la información que sería relevante y darle una estructura a la relación entre esta información, asunto que se vincula a fines descriptivos de la modelación para movilizar luego fines prescriptivos.

Las tareas que se vinculan con esta categoría requieren de acciones de representación. En ICTMA_03 (Ang, 2021), simbolizar las variables que se tendrán en cuenta para distribuir un rubro es indispensable para establecer relaciones en las acciones posteriores. También implica la representación de las relaciones que se dan entre estos, como relaciones de condicionalidad o el establecimiento de rangos. Sin embargo, para este tipo de tareas, la representación cumple un papel mediador para la construcción de un modelo que oriente la toma de decisiones.

Una característica particular de las tareas dirigidas a las acciones de decisión es que su resolución tendría consecuencias sobre personajes hipotéticos o en la realidad de los estudiantes. Algunos casos están en la tarea ICTMA_02 (Ang, 2021), cuya resolución determinaría la posibilidad de acceso o no a un empleo en una compañía hipotética; o en las consecuencias sobre la salud, como la presentada en la tarea ICTMA_18 (Jung & Lee, 2021), en la que se requiere decidir sobre productos alimenticios. Las implicaciones que se encuentran con mayor frecuencia son de tipo financieras, las cuales se pueden identificar en las tareas ICTMA_03, ICTMA_08, ICTMA_11 e ICTMA_12 (Ang, 2021; Hearne & Wessels, 2021; Göksen-Zayim et al., 2021). Al considerar un conjunto de consecuencias, las acciones de decisión se relacionan con acciones de proyección y simulación, a través de las cuales se somete a evaluación los modelos construidos.

Acciones de proyección

Las acciones de proyección involucran cambios en el tiempo al prever el comportamiento de un fenómeno, como la población de un depredador y su

presa, todo esto bajo ciertas condiciones y considerando un conjunto específico de variables. Esto puede evidenciarse en las tareas ICTMA_04 e ICTMA_17 (Fisher, 2021; Garfunkel et al., 2021). También se contienen aquí las tareas que, si bien no consideran la variable tiempo en los modelos, se comportan como sucesiones que reconocen un patrón de comportamiento. En la tarea ICTMA_15, Yvain-Prébiski (2021), por ejemplo, se analiza una situación en la que se requiere anticipar o representar los cambios que aún no han ocurrido.

En las tareas orientadas a acciones de proyección se identifican propósitos descriptivos, a pesar de que aquello que se representa sean tanto condiciones actuales como futuras. Las acciones de proyección por sí solas no denotan intervenciones en las situaciones estudiadas, y su alcance se limita a la descripción de los fenómenos en su estado inicial, la construcción o reconocimiento de un patrón y la representación de estados futuros del fenómeno. Sin embargo, las acciones de proyección son requeridas en diferentes tareas como incentivo de la reflexión. Un ejemplo de esto se encuentra en la tarea ICTMA_17, en la que Garfunkel et al., (2021) propone la proyección de la capacidad de carga de la tierra que conlleva una serie de cuestionamientos sobre los causales que aumentan y disminuyen esa capacidad de carga.

Acciones de transformación

En las tareas analizadas se observó que las acciones de transformación son las menos frecuentes. Es posible evidenciar dos tipos de enfoques en la transformación. En un primer enfoque se evidencia una intención determinada por incentivar transformaciones en las percepciones sobre los mismos modelos. En la tarea codificada como ICTMA_03 (Ang, 2021), por ejemplo, es posible interpretar una orientación por reconocer que los modelos pueden aportar también en la constitución de condiciones justas. De igual manera, se identifican posibles acciones en la tarea ICME_29 de Brady et al. (2023), encaminadas a la reinterpretación de los modelos como herramientas para que los problemas de la vida escolar se resuelvan de la manera más justa posible; un ejemplo de este último caso lo encontramos en la distribución de equipos deportivos en una competencia de acuerdo con las habilidades de los participantes. Estas dos referencias permiten conjeturar que las tareas están ancladas de manera directa a acciones de reflexión en la que se analizan los impactos de la modelación en otros dominios. En especial, se otorga un lugar a los modelos matemáticos en situaciones que reclaman condiciones éticas y de justicia. Esto quiere decir que se busca un movimiento de las consideraciones intramatemáticas para articularse con otros dominios.

En el estudio de Steffensen y Kacerja (2021), específicamente en la tarea ICTMA_26, se identifica otro tipo de transformación, que busca cambiar

las prácticas mediante la elaboración de una carta con recomendaciones para el uso de simuladores, con el objetivo de adoptar prácticas de consumo que reduzcan la huella de carbono. Esta transformación se basa en la interpretación de modelos presentes en las calculadoras de huella de carbono. Se espera que, a partir del estudio de estos modelos y sus características, los estudiantes puedan proyectar nuevas prácticas, tanto en su vida diaria como en su comunidad. Esta tarea de modelación combina la proyección de alternativas posibles con la construcción de rutas para alcanzar nuevas realidades.

A partir de lo anterior, y como lo señaló Skovsmose (2023), en las acciones encaminadas a la transformación se identifica como elemento común que provienen de acciones de reflexión. Especialmente se vinculan con la reflexión sobre los impactos que tienen los mismos modelos en las vidas de las personas. Esta reflexión acerca de los impactos proviene, a su vez, de una proximidad con la modelación prescriptiva o performativa, en la que la construcción de los modelos debe considerar los impactos que puede tener en la vida personal o colectiva.

La modelación descriptiva y prescriptiva: una discusión sobre las posibilidades para la acción de los estudiantes

Este estudio se enfocó en contribuir a la comprensión de la modelación descriptiva y prescriptiva en contextos escolares. Para lograrlo, se seleccionó un conjunto de tareas correspondientes a las publicaciones más recientes de la serie IPTL, las cuales fueron analizadas con el fin de identificar las potenciales acciones que podrían orientar los enunciados de estas tareas. A partir de estas acciones, consideradas como operaciones o movimientos guiados por intenciones, se reconocieron diversos vínculos que podrían establecerse con los propósitos descriptivos y prescriptivos de la modelación.

Esta investigación permite ampliar la comprensión sobre la modelación descriptiva y prescriptiva en las condiciones escolares. Particularmente, es posible determinar que la modelación prescriptiva abarca un espectro más amplio de acciones en comparación con la modelación descriptiva. Esta última suele estar acotada por las acciones de representación, comprensión, evaluación y proyección. Por otro lado, las acciones de reflexión, decisión y transformación suelen mostrar una preocupación por los impactos o consecuencias que el uso de uno o varios modelos puede tener en las personas o en un ambiente específico.

En cuanto a las particularidades de cada uno de los tipos de modelación, la descriptiva tiene un importante lugar en situaciones en las que las acciones se encaminan a la concreción de un cálculo para dar una respuesta a una situación o problema planteado. Esto quiere decir que se usan uno o varios sistemas de representación para reinterpretar la información dispuesta en la

tarea y hacer proyecciones o cálculos con mayor facilidad como, por ejemplo, determinar la distancia a la que se encuentra una cometa (tarea ICTMA_09, Schmitz & Schukajlow, 2021), o la distancia a la que tendría que ubicarse un camión de bomberos para apagar el fuego con seguridad (tarea ICTMA_05, Ay & Ostkirchen, 2021).

La modelación prescriptiva, por su parte, tiene mayor proximidad a la creación de modelos como fin en sí mismo. La modelación que se dispone a la orientación de toma de decisiones o a la construcción de rutas para la transformación determinan, más que resultados, modelos que se pueden aplicar en situaciones similares para tomar una decisión o para tomar una de las rutas. Asimismo, se evidencia aquí una preferencia por el uso de contextos auténticos, en la medida en que estos facilitan la consideración de implicaciones y la sensibilidad ante los mismos. La conjugación de estas dos particularidades supone un conjunto de acciones intrínsecas que se refieren a la identificación de variables que se desean incluir en el modelo y, en especial, la revisión de las implicaciones de cada una de estas variables.

A pesar de considerar particularidades de cada una de ellas, la modelación matemática descriptiva y prescriptiva son complementarias y permiten a los estudiantes comprender, analizar y transformar su entorno, utilizando las matemáticas como una herramienta poderosa, es decir, con “poder”. Su integración efectiva en la educación matemática posibilita que los estudiantes se reconozcan como parte de una realidad compleja en la que se conjugan elementos de conocimiento sobre esa realidad, pero también condiciones de posibilidad de acción. Asimismo, se convoca a la actuación ante los desafíos del mundo real y la toma de decisiones informadas y conscientes. Además, el estudio de estos tipos de modelación en el aula ofrece oportunidades para la ampliación conceptual y teórica del campo de la modelación y su impacto en la sociedad.

En lo correspondiente a las acciones y el poder que estas conllevan, es posible encontrar que, en efecto, se requiere del encuentro con otros para que este vínculo -acción y poder- tenga sentido. Aún así, no debe comprenderse ese encuentro con el otro en la única vía material del trabajo en grupo. Las tareas en la que se propician acciones de comprensión y reflexión sobre la relación de los sujetos, las sociedades y los modelos se identifican aquí como acciones que recubren poder, en especial, en la vía hacia la transformación.

Los análisis realizados corresponden a potenciales acciones que se podrían movilizar al proponer las tareas a los estudiantes. En ese sentido, no se incluyen aquí elementos de la gestión de clase en la que seguramente el profesor o investigador propone nuevas acciones o reorientan el diseño de la tarea para generar diferentes discusiones y reflexiones. Las acciones, como lo propone Arendt (1958), constituyen una forma transparente de relacionarse con los otros y con lo otro. Esto quiere decir que tienen sentido en la

contigüidad humana, por lo que no se espera que se deje de lado la carga cultural de las acciones, que justamente cobrarían sentido en la interacción en el aula y como proceso simbiótico con la intención de los sujetos. Sin embargo, uno de los dispositivos de los que se puede valer el profesor para provocar la acción es la tarea que diseña. En consecuencia, el presente estudio se enfocó solamente en estas tareas, aunque se reconoce que se requieren estudios que se articulen con la realidad de las interacciones que tienen lugar en la cotidianidad escolar para el estudio de las acciones y la modelación descriptiva y prescriptiva. Se reconoce que en la interacción en el aula se desvelan otras complejidades de las acciones de los estudiantes. Las intenciones que tienen lugar en esta complejidad ya no son sólo las intenciones de los profesores, sino que se conjugan y entran en una dialéctica con las de los estudiantes (Skovsmose, 1999).

Adicionalmente, las acciones tienen lugar en un escenario que Arendt (1958) denomina público. Este escenario es la condición necesaria para darle libertad a la actuación de los sujetos. En este sentido, se confirma que las tareas que diseñan los profesores tienen la posibilidad de disponer las condiciones que orientan las acciones de los estudiantes, pero que con su *singularidad* (Arendt, 1958), sus *disposiciones e intenciones* propias (Skovsmose, 1999) se enriquece ese conjunto de posibilidades para la acción. Las tareas se vuelven parte de la escenografía en la que se convierte el aula, por lo que resultan un elemento indispensable de estudio. Aun así, la gestión en el aula de estas tareas puede superar o determinar rumbos diferentes a las potenciales acciones que se esperan motivar en los estudiantes.

Referencias

- Andréu, J. (2002). *Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada*. Fundación Centro Estudios Andaluces.
- Arendt, H. (1958). *Acción. La Condición Humana* (pp. 199–266). Titivillus.
- Anders, V. et al. (s.f.). *Etimología de prescribir. Etimologías de Chile*. Recuperado el 1 de agosto de 2023 de <https://etimologias.dechile.net/?prescribir>
- Ang, K. (2021). Computational Thinking and Mathematical Modelling. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 19–34). Springer. <https://doi.org/nxp8>
- Ay, I. & Ostkirchen, F. (2021). Influence of Social Background on Mathematical Modelling—The DiMo+ Project. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 93–102). Springer. <https://doi.org/nxq2>

- Brady, C., Jung, H., McLean, J.A., Dominguez, A., & Glancy, A.W. (2023). Student Presentations of Mathematical Modelling Solutions as a Setting for Fostering Reflective Discourse. En G. Greefrath, S. Carreira, & G. Stillman (Eds.), *Advancing and Consolidating Mathematical Modelling* (pp. 61–75). Springer. <https://doi.org/nxqz>
- Brown, J. (2021). An Opportunity for Noticing by Students and Teachers. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 319–330). Springer. <https://doi.org/n37g>
- Czocher, J., & Hardison, H. (2021). Attending to Quantities Through the Modelling Space. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 263–272). <https://doi.org/n37k>
- Ferrater Mora, J. (2015). *Diccionario de Filosofía*. Debolsillo.
- Fisher, D. (2021). Global Understanding of Complex Systems Problems Can Start in Pre-college Education. F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 35–44). Springer. <https://doi.org/nxqn>
- Frenken, L. (2021). Measuring Students' Metacognitive Knowledge of Mathematical Modelling. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 215–225). Springer. <https://doi.org/n37m>
- Garfunkel, S., Niss, M., & Brown, J. (2021). Opportunities for Modelling: An Extra-Curricular Challenge. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 363–375). Springer. <https://doi.org/nxqt>
- Göksen-Zayim, S., Pik, D., Dekker, R., & Van B. (2021). Mathematical Modelling in Dutch Lower Secondary Education: An Explorative Study Zooming in on Conceptualization. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 227–237). Springer. <https://doi.org/nxqs>
- Greefrath, G., Carreira, S., & Stillman, G. (Eds.). (2023). *Advancing and Consolidating Mathematical Modelling*. Springer. <https://doi.org/nxqk>
- Guerrero-Ortiz, C. (2021). Pre-service Mathematics Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge: The Case of Modelling. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 141–151). Springer. <https://doi.org/n37n>
- Hartmann, L., & Schukajlow, S. (2021). Interest and Emotions While Solving Real-World Problems Inside and Outside the Classroom. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 153–163). Springer. <https://doi.org/n37p>

- Hearne, L. & Wessels, D. (2021). Learners Developing Understanding of Fractions via Modelling. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 165–176). Springer. <https://doi.org/nxqr>
- Ikeda, T., & Stephens, M. (2021). Investigating Pre-service Teachers' Experiences with the "A4 Paper Format" Modelling Task. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 19–34). Springer. <https://doi.org/nxqg>
- Israel, G. (1996). *La mathématisation du réel. Éditions du seuil*. Du seuir.
- Jung, H. & Lee, K. (2021). How Mathematical Modelling Can Be Promoted by Facilitating Group Creativity. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 377–387). Springer. <https://doi.org/nxqx>
- Kacerja, S., Julie, C., Gierdien, M.F., Herheim, R., Lilland, I.E., & Smith, C.R. (2021). South African and Norwegian Prospective Teachers' Critical Discussions About Mathematical Models Used in Society. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 501–511). Springer. <https://doi.org/nxqj>
- Kawakami, T., & Mineno, K. (2021). Data-Based Modelling to Combine Mathematical, Statistical, and Contextual Approaches: Focusing on Ninth-Grade Students. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 389–400). Springer. <https://doi.org/jrp5>
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. En R. Lesh & H. Doerr. (Eds.), *Beyond constructivism* (pp. 3–33). Routledge.
- Leung, F. K. S., Stillman, G. A., Kaiser, G. & Wong, K. L. (Eds.). (2021), *Mathematical Modelling Education in East and West*. Springer. <https://doi.org/nxn5>
- Mhakure, D., & Jakobse, A. (2021). Using the Modelling Activity Diagram Framework to Characterise Students' Activities: A Case for Geometrical Constructions. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 413–422). Springer. <https://doi.org/n37q>
- Manzini, M., & Mhakure, D. (2021). Implications of Using Mathematical Modelling as a Pedagogical Tool on the Mathematical Concepts of Proportions and Proportional Reasoning in a Non-prototypical Secondary Mathematics Classroom. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 401–411). Springer. <https://doi.org/n37r>
- Meyer, W. J. (1984). *Descriptive and prescriptive models—Inventory policy. Concepts of mathematical modeling* (pp. 60–68). McGraw-Hill.

- Morales, A., & Rosas, L. (2016). Una propuesta para el desarrollo de modelos geométricos en las Educadoras de Párvulos. El caso del polígono. *Estudios Pedagógicos*, 42(2), 247–267. <https://doi.org/nxqnm>
- Niss, M. (2015). Prescriptive modelling—Challenges and opportunities. En G. A. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical modelling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences* (pp. 67–79). Springer. <https://doi.org/nxqnb>
- Niss, M., & Blum, W. (2020). *The learning and teaching of mathematical modelling*. Routledge. <https://doi.org/n225>
- Passarella, S. (2021). Sense-Making in Mathematics with Activities of Mathematical Modelling: The Case of Multiplication at Primary School. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 423–432). Springer. <https://doi.org/n37s>
- Prigogine, I., & Stengers, I. (2004). *La nueva alianza. metamorfosis de la ciencia*. Alianza
- Raimundo, M. (1867). *Nuevo Diccionario Latino-Español Etimológico*. Imprenta de F. Brockhaus.
- Schmitz, M. & Schukajlow, S. (2021). Pictures in Modelling Problems: Does Numerical Information Make a Difference? En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 189–199). Springer. <https://doi.org/nxqvw>
- Skovsmose, O. (2023). Picturing or Performing? *Critical Mathematics Education. Advances in Mathematics Education* (pp 133–142). Springer. <https://doi.org/nxqnc>
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Una Empresa Docente.
- Steffensen, L., & Kacerja, S. (2021). Carbon Footprints Calculators and Climate Change. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 513–523). Springer. <https://doi.org/nxqf>
- Stillman, G. A. (2019). State of the Art on Modelling in Mathematics Education—Lines of Inquiry. En G. Stillman, & J. Brown (Eds.), *Lines of Inquiry in Mathematical Modelling Research in Education. ICME-13 Monographs* (pp. 1–20). Springer. <https://doi.org/nxqd>
- Stillman, G. A., Blum, W., & Biembengut, M. S. (2015). Cultural, social, cognitive and research influences on mathematical modelling education. En G. Stillman, W. Blum, & M. Biembengut. (Eds.). *Mathematical modelling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences* (pp. 1–32). Springer. <https://doi.org/nxqh>

- Tangkawsakul, S. & Makanong, A. (2021a). Mathematical Modelling Activities Within a Context-based Approach in Thai Classrooms. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 443–453). Springer. <https://doi.org/nxqq>
- Valero, P., & Skovsmose, O. (2012). Educación matemática crítica como agenda de investigación en educación matemática. En P. Valero & O. Skovsmose (Eds.), *Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 1–64). Ediciones Uniandes. <https://www.researchgate.net/publication/281438280>
- Villa-Ochoa, J. A., Castrillón-Yepes, A., & Sánchez-Cardona, J. (2017). Tipos de tareas de modelación para la clase de matemática. *Espaço Plural*, 18(36), 219–251. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445955647011>
- Wang, Y. (2021). Investigation of the Mathematics Modelling Competency of Mathematics Undergraduate Student Teachers. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 239–247). Springer. <https://doi.org/n37t>
- Wang, T., Xie, Z., & Liu, J. (2023). Assessment of the Competency of Grade Four Students in Mathematical Modelling: An Example from One City in China. En G. Greefrath, S. Carreira, & G. Stillman (Eds.), *Advancing and Consolidating Mathematical Modelling* (pp. 125–139). Springer. <https://doi.org/n37t>
- Yvain-Prébiski, S. (2021). Didactical Adaptation of Professional Practice of Modelling: A Case Study. En F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp. 305–315). Springer. <https://doi.org/nxqv>

Anexos

Tipo de publicación_ Código	Descripción	Referencia
ICTMA_01	La tarea solicita la construcción de un modelo matemático para describir el brote de la epidemia de SRAS utilizando los datos registrados en una tabla que relaciona días y cantidad de infectados. Se puede deducir que se espera que los estudiantes representen la información en un gráfico en el plano cartesiano que relacione las variables tiempo y cantidad de infectados.	Ang (2021)
ICTMA_02	Esta tarea propone a los estudiantes la construcción de un modelo para la contratación de un candidato a la secretaría de una empresa. Para la contratación se presenta a los estudiantes un conjunto de condiciones que requiere la empresa para el proceso de contratación, pero no se cuenta aún con los candidatos al puesto, por lo que el modelo debe ser lo suficientemente general.	Ang (2021)
ICTMA_03	El contexto de esta tarea corresponde a la distribución de un presupuesto para asistencia a eventos académicos de una institución educativa. Se espera que la asignación del presupuesto sea correspondiente con las especificaciones del evento. En esa medida, los estudiantes deberán: determinar las variables que se tendrán en cuenta y construir un sistema que permita relacionarlas, para que el modelo pueda ser usado y determinar la cantidad de dinero que se le asignará a cada persona que desea participar de un evento.	Ang (2021)
ICTMA_04	En esta tarea se pide ayuda a los estudiantes para determinar el comportamiento de la cantidad de ciervos en un ecosistema con suficiente vegetación. La información con la que se cuenta es un estado inicial de las tasas de mortalidad y natalidad y unos supuestos, como la ausencia de depredadores. Además, esta información se acompaña de dos modelos – un diagrama de flujo y una curva en un plano cartesiano– que permite encontrar hasta cierto momento el comportamiento de la cantidad de ciervos.	Fisher (2021)
ICTMA_05	En la tarea se espera que los estudiantes puedan calcular la altura máxima a la que un grupo de bomberos puede atender emergencias, dadas las especificaciones técnicas del camión de bomberos. Para esto se presentan un conjunto de requerimientos de seguridad que deben guardar los bomberos, como la distancia a la que tiene que estar el camión y se acompaña de las especificaciones técnicas del camión. Los estudiantes deben determinar la información que resulta relevante al respecto y construir un modelo que permita encontrar la altura máxima en la que se pueden atender emergencias.	Ay y Ostkirchen (2021)
ICTMA_06	Esta tarea se compone de la formulación de dos preguntas a los estudiantes. En la primera pregunta se pide la descripción del movimiento de un cometa alrededor del sol a través de la asignación de una expresión algebraica, lo que implica relacionar los conocimientos sobre los movimientos de los cometas y el modelo gráfico presentado. En la segunda pregunta, se busca que los estudiantes apliquen el modelo antes construido para encontrar relaciones entre las distancias del sol, el cometa y el foco.	Guerrero-Ortiz (2021)
ICTMA_07	La tarea plantea una pregunta directa relacionada con un juego infantil que implica una cuadrícula grande hecha con cuerda. El objetivo es determinar cuántos metros de cuerda se necesitan para este juego.	Hartmann y Schukajlow (2021)
ICTMA_08	El contexto de la tarea se basa en el negocio de alquiler de tablas de surf. Se mencionan diferentes tipos de tablas y algunas que se requieren en una cantidad específica, así como la capacidad del remolque. El reto para los estudiantes está en generar un modelo que permita encontrar la cantidad de diferentes tablas que se pueden llevar para maximizar las ganancias y el uso del espacio en el transporte de las tablas.	Hearne y Wessels (2021)

Tipo de publicación_ Código	Descripción	Referencia
ICTMA_09	El contexto de la tarea implica una situación en la que dos personas están volando una cometa. Se proporcionan algunas dimensiones clave de la cometa, las distancias entre las personas y el mar y la longitud de la cometa. El objetivo es determinar la altura a la que vuela la cometa en un momento específico.	Schmitz y Schukajlow (2021)
ICTMA_10	La tarea se centra en la posibilidad de mover un clavo de acero de gran tamaño en un medio de transporte. Se informa a los estudiantes las dimensiones del clavo y se compara con un clavo de carpintero comercial mucho más pequeño. Con esta información se pide a los estudiantes determinar si es posible mover el clavo en un camión con unas condiciones técnicas específicas.	Frenken(2021)
ICTMA_11	La tarea se enfoca en escoger la mejor opción para comprar un dispositivo electrónico. En esta se tiene la posibilidad de hacer la compra en diferentes países, que cuentan con diferentes divisas. Con base en los países y divisas posibles para hacer la compra, el estudiante debe indicar dónde se podría hacer la compra en el sentido en que sea más beneficioso financieramente y justificar su respuesta.	Göksen-Zayim et al.(2021)
ICTMA_12	Esta tarea propone a los estudiantes participar en la planificación de una fiesta. Se indica la cantidad de invitados y en específico se pide a los estudiantes calcular si hay suficiente espacio para bailar y crear un plano del aula incluyendo sus dimensiones.	Göksen-Zayim et al.(2021)
ICTMA_13	En esta tarea se propone un contexto cultural asiático en el que se pela la piña en espiral y se pide a los estudiantes generar hipótesis y sus respectivas explicaciones con fundamento matemático sobre las razones por las que pela la piña de esa manera.	Wang (2021)
ICTMA_14	El contexto de la tarea involucra una situación hipotética en la que un veterinario está tratando de disparar un dardo tranquilizante a un mono que se encuentra en un árbol. Se menciona que tanto el mono como el veterinario pueden cambiar de posición, lo que sugiere un escenario dinámico y estratégico. Se solicita a los estudiantes crear diferentes escenarios que describan posibles disparos.	Czocher y Hardison (2021)
ICTMA_15	La tarea se centra en la observación y estudio de un árbol exótico por parte de botánicos. Se menciona que los botánicos han estado documentando el árbol desde 2013 y planean construir un invernadero para protegerlo. La tarea representa el crecimiento del árbol que sigue una sucesión y el estudiante debe predecir, con base en la sucesión y en el tiempo transcurrido cómo será el árbol al 2023.	Yvain-Prébiski (2021)
ICTMA_16	La tarea se refiere a la logística de transporte de rollos de papel higiénico en cajas en un camión. Se ilustra la cantidad de rollos que caben en una caja y se muestra una cantidad de cajas, así como las dimensiones de un camión. Se pide a los estudiantes determinar cantidades de rollos de papel que se podrían ubicar en las cajas y en el camión.	Brown (2021)
ICTMA_17	La tarea se enfoca en la capacidad de carga de la Tierra, es decir, la cantidad de población humana que puede ser sostenida por los recursos disponibles en el planeta. Se pide a los estudiantes estudiar la capacidad de carga de la tierra actualmente, así como estimar la capacidad de carga si se cambian algunas condiciones. Estos cambios tienen que ser sugeridos por los mismos estudiantes.	Garfunkel et al. (2021)
ICTMA_18	El contexto de la tarea involucra la selección de aperitivos para ser recomendados por un YouTuber que hace reseñas de aperitivos. Los criterios establecidos por el YouTuber son evitar snacks que engorden, evitar snacks con ingredientes no saludables y evitar snacks caros en relación con su cantidad. Con base en estos requisitos, se pide a los estudiantes que escojan y analicen cinco aperitivos para recomendar al YouTuber.	Jung y Lee (2021)

Tipo de publicación_ Código	Descripción	Referencia
ICTMA_19	La tarea busca que los estudiantes puedan hacer predicciones sobre la población de un país por grupos poblacionales. Para ello se espera que los estudiantes comparen con base de datos existentes, proyecten y verifiquen con los datos reales.	Kawakami y Mineno (2021)
ICTMA_20	La tarea implica principalmente acciones de cálculo, ajuste de recetas y recomendación para adaptar una receta de hamburguesas para diferentes cantidades de comensales. Para ello se entrega una receta para una cantidad de personas y se requiere adaptar para diferente cantidad de comensales que además se presentan en rangos.	Manzini y Mhakure (2021)
ICTMA_21	La tarea se enfoca en el diseño de una pista de atletismo de cuatro carriles con una longitud de 400 metros en un terreno rectangular de 180 metros de largo y 90 metros de ancho. En esta tarea se presentan modelos de diferentes pistas posibles y se propone a los estudiantes determinar cuál sería la mejor pista.	Mhakure y Jakobs (2021)
ICTMA_22	La tarea se centra en un proyecto de diseño en el que los estudiantes tienen la oportunidad de diseñar el alicatado del suelo de su aula. El contexto involucra la renovación del colegio y la asignación de franjas en el suelo del aula que deben ser embaldosadas. Para ello, los estudiantes deben proponer modelos de la forma de organización de las baldosas.	Passarella (2021)
ICTMA_23	En esta tarea se pide a los estudiantes indicar el tamaño adecuado de un puesto estándar en el mercado. Calcular la relación entre el tamaño y el número de puestos que se pueden disponer en un lugar específico que tienen cerca a la escuela para montar un mercado.	Tangkawsakul y Mekanong (2021)
ICTMA_24	La tarea se desarrolla en el contexto de la preocupación por las partículas de polvo, específicamente en la provincia de Chiang Mai, Tailandia, donde la media anual de PM _{2,5} supera los límites de seguridad establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Se pide a los estudiantes reconocer qué es el PM _{2,5} , establecer comparaciones y relaciones de proporcionalidad hace encontrar relaciones entre las temporadas en que se elevan los niveles del material particulado y establecer conjeturas al respecto.	Tangkawsakul y Mekanong (2021)
ICTMA_25	La tarea se desarrolla en el contexto de la disposición de mesas de piedra ligeras y sillas en jardines escolares y parques públicos. Los estudiantes deben disponer las mesas y sillas en función del número de amigos que desean sentarse juntos.	Tangkawsakul y Mekanong (2021)
ICTMA_26	La tarea propone a los estudiantes explorar un simulador de huella de carbono, así como estudiar las variables que constituyen las calculadoras de huella de carbono. Encontrar relaciones entre quienes desarrollan las calculadoras y posibles intereses de acuerdo con las variables que seleccionan.	Steffensen y Kacerja (2021)
ICME_27	La tarea propone a los estudiantes crear un procedimiento para estimar las poblaciones de rebaños a partir varias fotografías en las que se ve una gran cantidad de animales del mismo rebaño.	Brady et al. (2023)
ICME_28	La tarea invita a los estudiantes a desarrollar un procedimiento para ayudar a los jueces de un concurso de aviones de papel a seleccionar (a) el vuelo más preciso y (b) el que más se flote.	Brady et al. (2023)
ICME_29	Se les pide a los estudiantes que ayuden a los organizadores del día de campo a crear una experiencia agradable, desarrollando un método para dividir a los 15 jugadores en tres equipos equitativos en función de sus respectivas capacidades.	Brady et al. (2023)
ICME_30	Se da información sobre la producción de leche de una vaca y se propone estudiar los datos necesarios para responder a la pregunta: ¿cuánto se puede vender al año la leche producida por esta vaca?	Wang et al. (2023)

