

Recopilado: 10-05-2025

|

Aceptado: 01-10-2025

|

Publicado: 20-12-2025

COMPETENCIAS Y HABILIDADES STEM AL MODELAR EN 3D UTILIZANDO EL MÉTODO DE CASO EN LA EDUCACIÓN TÉCNICO-PROFESIONAL

STEM COMPETENCIES AND SKILLS IN 3D MODELING USING THE CASE METHOD IN VOCATIONAL TECHNICAL EDUCATION

NATANAEL ARIAS BENAVENTE

Liceo Bicentenario Instituto Comercial de Linares

Linares, Chile

n.arias@bicentenarioinstitutocomercial.com

ORCID: [0009-0006-1206-7407](https://orcid.org/0009-0006-1206-7407)

ESTUDIO

ANDREA VERGARA GÓMEZ

Universidad Católica del Maule

Talca, Chile

avergarag@ucm.cl

ORCID: [0000-0001-6388-8412](https://orcid.org/0000-0001-6388-8412)

MARÍA ARAVENA DÍAZ

Universidad Católica del Maule

Talca, Chile

maravena@ucm.cl

ORCID: [0000-0002-6796-6366](https://orcid.org/0000-0002-6796-6366)

Resumen

La literatura evidencia la necesidad de desarrollar competencias y habilidades que permitan transitar desde el ámbito educacional hacia el ámbito laboral. El objetivo de esta investigación es caracterizar competencias y habilidades de estudiantes de enseñanza media técnico-profesional a través del método de caso. Siguiendo la perspectiva de modelación de Maaß, se implementa un caso y se analizan las

producciones de un grupo de dos estudiantes de 16 años, al abordar el modelado geométrico 3D con proyecciones para el ámbito laboral, considerando un sustento STEM. Los resultados indican que la estructura del método de caso permitió que los estudiantes expresaran competencias matemáticas, científicas, tecnológicas e ingenieriles, afines a las actuales demandas del siglo XXI, obteniendo una propuesta de solución acorde a su perfil de formación laboral. Además, la modelación 3D con uso de tecnología facilitó el tránsito por todas las fases de modelación. El estudio aporta a comprender con mayor profundidad cómo promover el desarrollo de competencias STEM y de modelación en contextos escolares de educación técnico-profesional.

Palabras claves: Competencias de modelado matemático, educación STEM, método de caso, modelación en 3D, educación secundaria.

Abstract

The aim is to characterize competencies and skills of high school students through the case method. This proposal evidences the need to develop competences and skills that allow the transition from the educational environment to the work environment. Following Maaß's modeling perspective, the productions of a group of two 16-year-old students are analyzed, when approaching 3D geometric modeling with projections for the work environment, considering a STEM support. The results indicate that the students expressed mathematical, scientific, technological and engineering competences, related to the current demands of the 21st century, through the case method, obtaining a solution proposal according to their work training profile. It is also shown that students, when modeling in 3D, go through all the proposed phases of modeling mathematical competences. Finally, it should be noted that 3D modeling promoted the development of technological and mathematical modeling skills of the students and enhanced the solution of the case.

Keywords: Mathematical modeling skills, STEM education, case method, 3D modeling, secondary education.

1. Introducción

La geometría tiene un importante rol en la formación del estudiante, ya que se aplica para diversos contextos actuales, surgiendo de problemáticas que se presentaron en actividades cotidianas, como la medición de terrenos para la agricultura, comercio y construcción (Espinoza *et al.*, 2017; Gurmu *et al.*, 2024; Yuste, 2010). Entender el origen de la geometría contiene un potencial adecuado para aumentar la conciencia de posibles conceptos erróneos, obstáculos e impedimentos relacionados con diversos conceptos matemáticos (Florio, 2020), rompiendo la estructura axiomática dominada por la geometría Euclidiana y enfocándose al desarrollo del razonamiento espacial mediante aplicaciones en el mundo real como uso de *software* para interactuar con objetos geométricos 3D (Weigand *et al.*, 2025).

Las últimas investigaciones a nivel internacional en geometría abordan la necesidad de propiciar el aprendizaje de habilidades de resolución de problemas, razonamiento, visualización y pensamiento crítico, siendo útiles para las áreas de programación visual, representaciones computacionales, impresión 3D y desarrollo de aplicaciones espaciales (Gurmu *et al.*, 2024; Wang y Paine, 2023). En Chile, el foco de la enseñanza geométrica se ha centrado en entregar relaciones con dibujos, nombres y definición, además de recaer en la algebrización de esto (Gómez-Calalán y Andrade-Molina, 2022; Siles, 2024). Una de las causas es que se ha privilegiado la memorización de propiedades apoyadas en construcciones mecánicas y descontextualizadas (Labra y Vanegas, 2022; Siles, 2024). Por otra parte, algunas investigaciones a nivel latinoamericano han constatado que los objetos geométricos deben tener más de una representación para garantizar un aprendizaje significativo, incluso cuando las instituciones definan restricciones sobre la modelación matemática desde la dimensión geométrica en la educación secundaria (Marmolejo Avenia y Vega Restrepo, 2012; Rojas y Sierra, 2021). Por todo lo anterior, abordar habilidades de modelación con objetivos geométricos presenta un reto en la Educación Matemática.

A su vez, se identifican estudios ligados a fomentar las habilidades espaciales y de modelamiento 3D en la formación ingenieril y con enfoque funcional, tras el desarrollo tecnológico que demanda el siglo XXI (Marmolejo Avenia y Vega Restrepo, 2012; Ziatdinov y Valles, 2022). La modelación en 3D es un diseño asistido por la computadora con el fin de resolver una problemática real, desarrollando competencias y habilidades en el proceso (Asempapa y Love, 2021). Este tipo de estrategia con foco educativo en las tecnologías fomenta que el estudiante adquiera un aprendizaje significativo, relevante y funcional en las matemáticas y promueve el desarrollo de habilidades en los estudiantes, contribuyendo a resolver problemáticas de diversos

contextos tecnológicos, como la construcción, educación, alimentación e industrialización (Asempapa y Love, 2021; Cico *et al.*, 2021).

En tales investigaciones la gran mayoría de los procesos están desarrollados a través de *software*. Un *software* con foco educativo es una herramienta tecnológica que promueve el desarrollo de habilidades en los estudiantes, contribuyendo a resolver problemáticas tecnológicas en campos como la construcción, educación, alimentación e industrialización (Cico *et al.*, 2021). El carácter transversal del uso de tecnologías hace necesario abarcar su uso desde la interdisciplinariedad (Yarin y Chinchay, 2023; Ziatdinov y Valles, 2022). A pesar que existen avances en el uso de herramientas tecnológicas para realizar diseños 3D, es necesario comprender los principios que permiten desarrollar formas geométricas, tanto planas como espaciales, para llegar a modelar en 3D, siendo esto necesario en la industria del cine, juegos y diseño gráfico (Mosiiuk y Lenchuk, 2023). Estos antecedentes apoyan la importancia del desarrollo de habilidades geométricas para el ámbito profesional y laboral. En consecuencia, resulta fundamental preparar a los estudiantes de la educación técnico-profesional para desarrollar habilidades tecnológicas para resolver problemas geométricos afines a su ámbito de formación laboral.

Hoy en día existen herramientas que tienen por objeto proporcionar un proceso íntegro en el aprendizaje y formación de los estudiantes tanto de educación secundaria como superior, de modo que puedan adquirir competencias que ayuden a afrontar los retos y necesidades del siglo XXI. Una de estas herramientas es el STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática en su sigla traducida desde el inglés), la que surge como una propuesta que pretende resolver tales problemáticas, desde un enfoque que privilegia la enseñanza de forma transversal, con énfasis en sus aplicaciones al mundo real (Akerson *et al.*, 2018; Ferrada *et al.*, 2021).

La rápida evolución de las tecnologías, como el desarrollo de entornos virtuales, uso de *smartphones*, ordenadores o iPads, necesitan del desarrollo de conocimiento y habilidades matemáticas como la visualización, modelamiento 3D y análisis de datos, lo que sugiere que las personas deben capacitarse en un ámbito interdisciplinar (Moral-Sánchez *et al.*, 2022). Otro aspecto importante a destacar es que el enfoque STEM considera aspectos sociales del entorno inmediato del estudiante como el desarrollo sostenible, lo que implica educar a las generaciones actuales para atender los problemas de las generaciones futuras (Wahono y Chang, 2019). En esta dirección se encuentra la Educación Secundaria Técnico Profesional, cuyo propósito es dotar de competencias que permitan a los estudiantes continuar aprendiendo y adaptarse a los cambios del mercado laboral, además, pretende incrementar las

oportunidades de aprendizaje con el fin de favorecer la equidad social y la inclusión independiente de su género o cultura, considerando el desarrollo sostenible para las generaciones futuras (Unesco, 2023). De aquí que la presente investigación considera el enfoque STEM específicamente en la Educación Secundaria Técnico Profesional para potenciar competencias y habilidades necesarias que demanda el gran auge de tecnologías del siglo XXI.

En el ámbito de la educación técnico-profesional, los estudiantes deben transitar en el sector empresarial y es necesario trabajar asignaturas de especialidad con matemática *ad hoc* para garantizar una mejor preparación frente a los desafíos laborales, que atiendan al desarrollo de habilidades y competencias en un contexto interdisciplinario (Henríquez-Rivas *et al.*, 2023). En esta línea, se destaca la relevancia de conectar disciplinas que aportan al desarrollo científico, tecnológico, matemático e ingenieril a la sociedad actual.

El desarrollo humano debe estar en sinergia con el progreso tecnológico, ya que la evidencia indica que la industria tiene cada vez más dificultades para encontrar el personal adecuado; así es de gran prioridad satisfacer las necesidades cambiantes, por lo que se busca un entorno de aprendizaje y una estructura de programas que beneficien a los estudiantes del siglo XXI (Doyle-Kent y Shanahan, 2022). Esto sustenta la relevancia de considerar un estudio que desarrolle competencias y habilidades STEM en la educación técnico-profesional, para generar un aporte al campo disciplinar.

Dado que los estudiantes de Educación Secundaria Técnico Profesional deben realizar una transición directa desde el ámbito escolar al contexto laboral y empresarial, resulta fundamental brindar una formación orientada a la comprensión de los fundamentos matemáticos que posibilitan las habilidades para la modelación matemática, especialmente en geometría y con apoyo de tecnologías digitales (Mosiiuk y Lenchuk, 2023). Esta formación es indispensable para apoyar una mejor preparación frente a los desafíos laborales (Henríquez-Rivas *et al.*, 2023). Si bien estas necesidades son patentes en el ámbito de la educación técnico-profesional, aún son escasos los estudios enfocados en comprender cómo abordar el desarrollo de competencias y habilidades propias del siglo XXI, especialmente desde la modelación matemática, con énfasis en el ámbito geométrico, en estudiantes de estos niveles educativos.

De este modo, se propone como pregunta de investigación: ¿qué competencias y habilidades STEM surgen en los estudiantes de educación técnico-profesional al

abordar un problema que involucra modelamiento 3D? Para dar respuesta a esta pregunta, la investigación tiene por objetivo caracterizar competencias y habilidades STEM que manifiestan estudiantes de enseñanza media técnico-profesional cuando resuelven un problema que involucra modelamiento 3D con uso de tecnología. El problema es implementado como un caso que se diseña siguiendo las orientaciones de la estrategia método de caso, a partir de un contexto cercano al perfil técnico-profesional de la especialidad de los estudiantes.

2. Marco conceptual

El marco conceptual del estudio considera tres ejes principales: enfoque STEM, habilidades y competencias transversales, y competencias de modelación. En el enfoque STEM se espera explicar cómo esta perspectiva es afín al desarrollo de habilidades del siglo XXI. En la sección dedicada a las habilidades y competencias transversales se explica la pertinencia de implementar una mirada amplia para reconocer habilidades comunes a las distintas disciplinas STEM. También se abordan las competencias de modelación matemática, identificando una mirada teórica específica para el estudio de las competencias en este ámbito.

2.1 STEM

STEM es un enfoque interdisciplinario que aborda el contexto de fenómenos o situaciones complejas, que requiere que los estudiantes utilicen conocimientos y habilidades de múltiples disciplinas, siendo las matemáticas las que influyen y contribuyen a la comprensión de ideas y conceptos de las otras disciplinas (English, 2016), preparando así a los futuros trabajadores y ciudadanos para una sociedad moderna y tecnológica (Tang y Williams, 2019).

La educación STEM permite que la investigación científica se realice mediante la tecnología y el diseño de ingeniería, utilizando tareas de diseño auténticas, donde el pensamiento matemático desempeña un papel importante como soporte del proceso (Han *et al.*, 2023; Valdes-Ramirez *et al.*, 2024). En este sentido, los beneficios de la educación STEM se traducen en ayudar a los estudiantes a prepararse y proyectarse en carreras STEM, aumentar el interés y el compromiso en materias STEM y desarrollar las competencias del siglo XXI (Abina *et al.*, 2024; Levanova *et al.*, 2020).

La educación STEM ayuda a mejorar el pensamiento creativo y determina una fuerza para impulsar el trabajo STEM competente para el futuro (Suherman *et al.*, 2025). Además, en el contexto STEM, los estudiantes pueden desarrollar las habi-

lidades del siglo XXI, como la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación y la colaboración, abordando problemas complejos del mundo actual (Han et al., 2023; Levanova et al., 2020).

Aravena et al. (2022) describen la importancia de promover habilidades STEM en conexión con las habilidades de modelación, considerando problemas en contextos culturalmente relevantes y cercanos a las carreras técnicas. Primeramente, caracterizan las habilidades científicas, las que abarcan acciones como formular hipótesis y realizar procesos investigativos. Para las habilidades tecnológicas, aborda la comunicación, representación y simulación de un objeto tecnológico. Respecto de las habilidades matemáticas, algunas de ellas refieren a la modelación e incluyen varias acciones como matematizar, interpretar, simplificar y comunicar. Finalmente, toma las habilidades ingenieriles incluyendo acciones como generar una propuesta o conclusión en el contexto abordado. Esta caracterización de habilidades STEM son usadas como referente conceptual en el presente estudio, pero no se utilizan directamente como categorías de análisis. A continuación, se explicitan las competencias que se operacionalizan para el análisis en el estudio.

2.2 Habilidades y competencias transversales

Según la Unesco (2022), la educación basada en competencias se entiende como un enfoque orientado al desarrollo de capacidades formales transferibles, que permitan a los individuos responder de manera eficaz y estratégica a las demandas de distintos contextos. Ser competente implica la habilidad para enfrentar y resolver desafíos de diversa naturaleza, capitalizando las oportunidades que estos ofrecen. En este sentido, la competencia se concibe como el resultado de una experiencia formativa intencionada, activamente construida y aprovechada por quien participa en ella. La Unesco (2016) identifica algunas competencias como: pensamiento crítico e innovador, alfabetización en torno a las tecnologías de información y habilidades interpersonales, resaltando que son necesarias para el desarrollo personal del individuo. La Unesco (2021) también define a las habilidades como una suma de conocimientos, capacidades, actitudes y estrategias disponibles para lo que se requiera, las que se derivan de las competencias descritas anteriormente.

La OCDE propone un marco en el cual considera la Definición y Selección de Competencias (DeSeCo) para fomentar el desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI (Ahonen y Kinnunen, 2015). Este marco se centra en la capacidad de utilizar conocimientos y competencias transversales para afrontar los retos de la vida real

del siglo XXI, más que en el grado de dominio de un currículo escolar específico, y considera tres dimensiones en su estructura: informativa, comunicación y ética e impacto social (Ananiadou y Claro, 2009).

La dimensión informativa, propuesta en DeSeCo, está estrechamente ligada a STEM, ya que abordan disciplinas tecnológicas, ingenieriles, científicas y matemáticas, pero, además, describen acciones transversales, similares en cada disciplina, como realizar procesos investigativos, presentar información mediante la tecnología o simplificar la información (Ananiadou y Claro, 2009; Aravena *et al.*, 2022). Estas componentes de la dimensión informativa nos permiten mirar sin fragmentación disciplinaria y son las que se usarán en el presente estudio. A continuación, se describen las competencias y habilidades de la dimensión informativa.

Tabla 1. Competencias y habilidades OCDE, propuestas por Ananiadou y Claro (2009).

Competencias	Subcompetencias y habilidades
A. Búsqueda de información: la capacidad de encontrar y organizar la información de forma rápida y eficaz.	1. Entender y definir las necesidades de información en torno a una pregunta o cuestionamiento. 2. Identificar fuentes de información digitalmente pertinentes. 3. Búsqueda y selección de la información digital requerida de forma eficaz y eficiente teniendo en cuenta el problema a resolver. 4. Evaluar el valor y la utilidad de la fuente y de su contenido para la tarea en cuestión. 5. Almacenar y organizar los datos o la información digital de forma eficiente para que puedan ser utilizados nuevamente.
B. Información como producto: la reestructuración y modelización de la información y el desarrollo de ideas propias.	1. Transformar y desarrollar la información de diversas maneras para comprenderla mejor, comunicar de manera más efectiva a otros y desarrollar interpretaciones o ideas propias a partir de una pregunta, problema o tarea a resolver. 2. Integrar y resumir información utilizando las TIC. Analizar e interpretar información. 3. Modelar información, observar cómo funciona un modelo y las relaciones entre sus elementos. 4. Generar nueva información para desarrollar nuevas ideas.

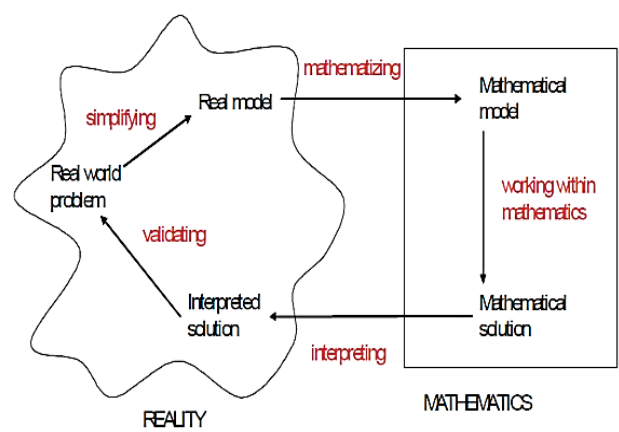
2.3 Competencias de modelación

La perspectiva de competencias de modelación propuesta por Maaß (2006) indica que los problemas de modelado son solo un tipo específico de tareas relacionadas con la realidad, donde la modelación del problema del mundo real moviliza el tránsito entre la realidad y las matemáticas; es decir, simplificando, estructurando e idealizando problemas se obtiene un modelo real. Si la solución o el proceso elegido no resultan adecuados a la realidad, se requiere modificar algún aspecto del proceso de modelado, ajustando lo propuesto hasta lograr abordar la amplitud de

los cuestionamientos, lo que genera un proceso constante de retroalimentación hasta dar con las respuestas buscadas (Rojas y Sierra, 2021). De esta manera, la comprensión de las competencias y habilidades de modelación se relaciona estrechamente con la definición del proceso de modelado, el que requiere fases o momentos desplegados a través de subcompetencias (Maaß, 2006).

A continuación, se presenta el ciclo de modelado en la figura 1.

Figura 1. Ciclo de modelación.



Fuente: MaaB (2006).

Las competencias de modelado propuestas por Maaß (2006) se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Competencias de modelado propuestas por Maaß (2006).

Competencias	Subcompetencias
C. Problema del mundo real: competencias para comprender el problema real y establecer un modelo basado en la realidad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer suposiciones sobre el problema y simplificar la situación. 2. Reconocer cantidades que influyen en la situación, nombrarlas e identificar variables clave. 3. Construir relaciones entre las variables. 4. Buscar información disponible y diferenciar entre información relevante e irrelevante.
D. Modelo real: competencias para construir un modelo matemático a partir del modelo real.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Matematizar cantidades relevantes y sus relaciones. 2. Simplificar cantidades relevantes y sus relaciones, si es necesario, y reducir su número y complejidad. 3. Elegir notaciones matemáticas apropiadas y representar situaciones gráficamente.

Competencias	Subcompetencias
E. Modelo matemático: competencias para resolver cuestiones matemáticas dentro de este modelo matemático.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar estrategias heurísticas como dividir el problema en partes, establecer relaciones con problemas similares o análogos, reformular el problema, ver el problema de una forma diferente, variar las cantidades o los datos disponibles. 2. Utilizar el conocimiento matemático para resolver el problema.
F. Solución matemática: competencias para interpretar resultados matemáticos en una situación real.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar resultados matemáticos en contextos extramatemáticos. 2. Generalizar soluciones que se desarrollaron para una situación especial. 3. Ver soluciones a un problema utilizando lenguaje matemático apropiado y/o comunicarse sobre las soluciones.
G. Interpretación de la solución: competencias para validar la solución.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar y reflexionar críticamente sobre las soluciones encontradas. 2. Revisar algunas partes del modelo o repasar nuevamente el proceso de modelado si las soluciones no se ajustan a la situación. 3. Reflexionar sobre otras formas de resolver el problema o si se pueden desarrollar soluciones de manera diferente. 4. Cuestionar en general el modo.

Dado lo anterior, en esta investigación las actividades se desarrollan en un contexto que promueve el enfoque STEM y dentro de este se analizan las competencias y habilidades transversales conjuntamente con las competencias matemáticas específicas de modelación, lo que nos permite mirar de manera complementaria el desempeño de los estudiantes a lo largo de la resolución del caso.

3. Aspectos metodológicos

La metodología utilizada es de corte cualitativo, bajo el diseño de investigación-acción, donde el profesor guía el proceso de enseñanza y utiliza su autonomía para orientar el trabajo pedagógico, realizando un trabajo cíclico, en el cual se planifica, acciona, observa y reflexiona, generando participación (Romera-Iruela, 2011). A partir de este enfoque se buscó comprender en profundidad las habilidades y competencias de los estudiantes desde el rol del profesor como investigador.

3.1 Sujetos de estudio

Como sujetos de estudio se considera inicialmente un curso de 30 estudiantes de tercer año de la enseñanza secundaria (16 años) de la especialidad de turismo de un establecimiento técnico-profesional, en la comuna de Linares, Chile. La selección del curso y el establecimiento fue intencional, considerando la disponibilidad de los sujetos y la motivación de participar en el estudio. Para lograr una recolección adecuada de datos se implementaron 5 sesiones de clases en el laboratorio de computación. Para el análisis de datos se estudió el trabajo desarrollado por una

dupla de estudiantes, la que fue seleccionada debido a su asistencia a todas las sesiones. Los estudiantes y apoderados accedieron de forma voluntaria a participar, indicándolo en asentimientos y consentimientos, además esta investigación fue autorizada por la dirección del establecimiento. El acta del Comité de Ética de la Universidad Católica del Maule que aprobó el proyecto es la N.º 58/2023, del cual es parte esta investigación. Estos estudiantes no poseen experiencia previa afrontando problemáticas con enfoque STEM o trabajando con el método de caso.

3.2 Método de caso

El método de caso es una herramienta de enseñanza que surge de la necesidad de preparar a los estudiantes frente a dificultades reales para obtener experiencia real, generando reflexión a partir de un caso específico y promoviendo la visualización y aplicación a casos similares que se presentarán en el futuro (Rodrigues *et al.*, 2021). Esta estrategia didáctica permite a los estudiantes abordar problemas reales, garantizando que tengan una actuación concreta, ya que enfatiza la discusión y la resolución de problemas, generando un procesamiento activo y una construcción del conocimiento que da lugar a un aprendizaje activo (Passyn y Billups, 2019), favoreciendo el desarrollo de capacidades como la investigación, análisis de problemas, toma de decisiones, aplicación de conocimientos teóricos, reflexión y preparación para el mundo profesional (Aravena *et al.*, 2022; Razali y Zainal, 2013). El método de caso en este estudio se emplea para diseñar el caso y las preguntas orientadoras. El caso consiste en proponer a los estudiantes una situación contextualizada en el entorno regional con el propósito de planificar un programa de vacaciones dirigido a adultos de la tercera edad, que contemple una ruta turística de visitas a patrimonios cultural y natural (para más detalles ver anexo).

El investigador tuvo la función de instructor en la clase, orientando a los estudiantes en la resolución del caso. El uso de la sala de computación buscó facilitar la investigación y búsqueda de información para lograr una solución realista del caso. El caso diseñado fue sometido a validación con tres jueces expertos con experiencia investigativa en educación matemática y modelamiento matemático, todos con el grado de doctor en Educación Matemática o Didáctica de la Matemática. El análisis permitió el ajuste de la narrativa y redacción de las preguntas. El caso se conforma de preguntas abiertas, las que han sido codificadas con letras y presentadas por orden alfabético, desde la A hasta la H. Las sesiones se planifican a partir de preguntas abiertas, las que definen competencias y habilidades esperadas, basadas tanto en las competencias transversales OCDE como en las competencias específicas de modelación de Maaß (2006). La organización de las preguntas y competencias por sesión se presentan a continuación en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción de las sesiones de clases para abordar el caso turístico.

Sesiones consideradas en el caso (135 min cada sesión)	Pregunta y respuesta esperada	Característica de la competencia y habilidad
Sesión 1: Preguntas para la discusión	<p>A. Investiga cuáles son los requerimientos que tendría un viaje turístico de estas características, considerando el perfil de los turistas y los lugares que visitarán. Respuesta: identificar y describir los requerimientos necesarios para llevar a cabo la labor de un guía turístico, como costos de traslado, alimentación, ubicación, entre otros.</p> <p>B. Investiga los principales atractivos turísticos de carácter natural y cultural de Linares que sean afines a las características y necesidades de este grupo de turistas. Respuesta: identificar y caracterizar los principales atractivos turísticos que van acorde con la necesidad de los turistas.</p>	Se espera que los estudiantes desarrollen competencias y habilidades enfocadas en el área científica.
Sesión 2, 3 y 4: Trabajo del guía turístico	<p>C. Diseña un mapa en un <i>software</i>, identificando dónde se encuentran los lugares que necesitan visitar. Considera cómo optimizar costos y tiempos de viaje. Respuesta: identificar los lugares en un mapa, determinando los costos y tiempos asociados al viaje turístico.</p> <p>D. Modela una ruta turística en un <i>software</i>, con todos los requerimientos para los adultos de la tercera edad. Respuesta: crear una ruta turística, optimizando tiempos y desplazamientos.</p> <p>E. Modela en 3D, en un <i>software</i>, el atractivo patrimonial más relevante para argumentar y comunicar de forma efectiva su forma y diseño a los turistas. Considera que a partir del modelo se creará un prototipo 3D que debe reflejar correctamente todas las vistas. Respuesta: construir un prototipo 3D, a partir de algunos cuerpos geométricos, como la esfera, cono, cilindro y cubo.</p>	Busca que los estudiantes produzcan competencias y habilidades matemáticas y tecnológicas.
Sesión 5: Propuesta de solución	<p>F. Un afiche informativo utilizando TIC para difundir la ruta turística diseñada. Respuesta: crear un afiche informativo utilizando TIC y otros recursos multimedia.</p> <p>G. Una propuesta para diseñar rutas turísticas dependiendo de los tipos de turistas. Respuesta: proponer un modelo para abordar problemáticas similares.</p> <p>H. Mapa con los atractivos turísticos de carácter natural y cultural de Linares.</p>	Estas preguntas buscan el desarrollo de competencias y habilidades ingenieriles y tecnológicas.

Las respuestas a las preguntas, que conforman los datos de la investigación, se recopilaron siguiendo las estrategias descritas en la tabla 4.

Tabla 4. Tipo de recolección de datos por pregunta.

Pregunta	Recolección de datos
A-B	Respuestas escritas y notas de campo del investigador
C-D-E	Registros digitales y audiovisuales
F-G-H	Registros digitales y audiovisuales

3.3 Análisis de los datos

Se utiliza un análisis de contenido cualitativo a través del uso de categorías y subcategorías (Mayring, 2015). Para organizar la codificación y el análisis se utilizó Excel, por su facilidad para gestionar y cuantificar variables nominales. El análisis se lleva a cabo mediante el uso de tablas, diagramas y gráficos, estructurando las hojas de cálculo para profundizar el análisis (Amozurrutia y Servós, 2011).

Las categorías de análisis corresponden a las competencias transversales propuestas por la OCDE y las competencias específicas de modelación propuestas por Maaß (2006). A continuación, se muestra el código y descripción para cada categoría y subcategoría (tabla 5).

Tabla 5. Códigos de las categorías (competencias) y subcategorías (subcompetencias).

Descripción de categoría	Código y descripción de la subcategoría	Pregunta
A: La capacidad de encontrar y organizar la información de forma rápida y eficaz	A1: Entender y definir las necesidades de información en torno a una pregunta o cuestionamiento. A2: Identificar fuentes de información digitalmente pertinentes. A3: Búsqueda y selección de la información digital requerida de forma eficaz y eficiente teniendo en cuenta el problema a resolver. A4: Evaluar el valor y la utilidad de la fuente y de su contenido para la tarea en cuestión. A5: Almacenar y organizar los datos o la información digital de forma eficiente para que puedan ser utilizados nuevamente.	A-B-C-D-F-G-H
B: La reestructuración y modelización de la información y el desarrollo de ideas propias	B1: Transformar y desarrollar la información de diversas maneras para comprenderla mejor, comunicar de forma más efectiva a otros y desarrollar interpretaciones o ideas propias a partir de una pregunta, problema o tarea a resolver. B2: Integrar y resumir información utilizando las TIC. Analizar e interpretar información. B3: Modelar información, observar cómo funciona un modelo y las relaciones entre sus elementos. B4: Generar nueva información para desarrollar nuevas ideas.	A-B-C-D-F-G-H

C: Problema del mundo real: competencias para comprender el problema real y establecer un modelo basado en la realidad	C1: Hacer suposiciones sobre el problema y simplificar la situación. C2: Reconocer cantidades que influyen en la situación, nombrarlas e identificar variables clave. C3: Construir relaciones entre las variables. C4: Buscar información disponible y diferenciar entre información relevante e irrelevante.	E (pregunta que aborda el modelado 3D)
D: Construir un modelo matemático a partir del modelo real	D1: Matematizar cantidades relevantes y sus relaciones. D2: Simplificar cantidades relevantes y sus relaciones, si es necesario, y reducir su número y complejidad. D3: Elegir notaciones matemáticas apropiadas y representar situaciones gráficamente.	E
E: Resolver cuestiones matemáticas dentro de este modelo matemático	E1: Utilizar estrategias heurísticas como dividir el problema en partes, establecer relaciones con problemas similares o análogos, reformular el problema, ver el problema de una forma diferente, variar las cantidades o los datos disponibles. E2: Utilizar el conocimiento matemático para resolver el problema.	E
F: Interpretar resultados matemáticos en una situación real	F1: Interpretar resultados matemáticos en contextos extramatemáticos. F2: Generalizar soluciones que se desarrollaron para una situación especial. F3: Ver soluciones a un problema utilizando lenguaje matemático apropiado y/o comunicarse sobre las soluciones.	E
G: Validar la solución	G1: Comprobar y reflexionar críticamente sobre las soluciones encontradas. G2: Revisar algunas partes del modelo o repasar nuevamente el proceso de modelado si las soluciones no se ajustan a la situación. G3: Reflexionar sobre otras formas de resolver el problema o si se pueden desarrollar soluciones de manera diferente. G4: Cuestionar en general el modo.	E

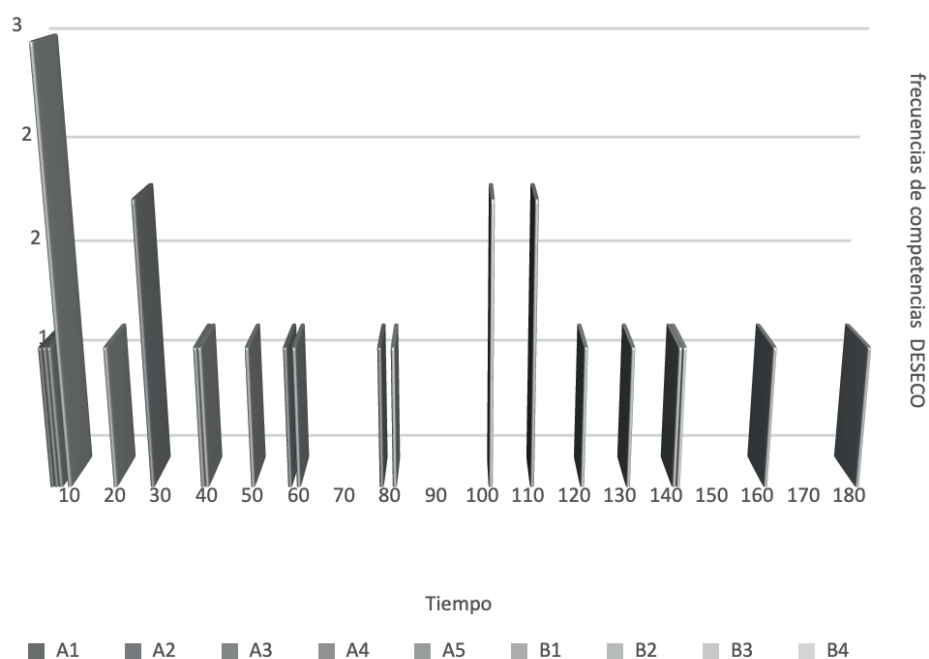
4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados del estudio, donde se dará respuesta a la pregunta de investigación propuesta.

4.1 Competencias OCDE

Cada etapa del caso se fue desarrollando hasta dar una propuesta de solución. Para analizar las competencias propuestas por la OCDE se grabó el desarrollo del caso, considerando las sesiones 1, 2, 3, 4 y 5, que suman en total 180 min de grabación. Se evidencian los resultados a través de la figura 2.

Figura 2. Competencias OCDE observadas.



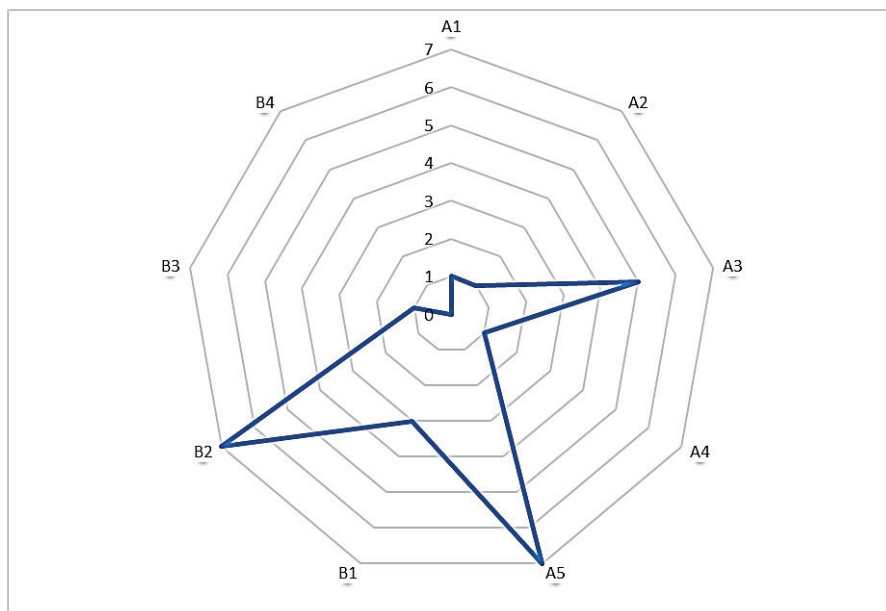
Fuente: elaboración propia.

Las competencias relacionadas a la capacidad de encontrar y organizar la información de forma rápida y eficaz (A) se observan en barras cilíndricas, y las competencias que abordan la reestructuración y modelización de la información y el desarrollo de ideas propias (B) se presentan en barras de cono. En las sesiones 1, 2 y 3 de desarrollo del caso se evidenció que la subcompetencia A3 (búsqueda y selección de información digital requerida de manera eficaz y eficiente teniendo en cuenta el problema a resolver) era abordada de forma periódica; los estudiantes estuvieron en una constante búsqueda de las variables que influyen en un paquete turístico, entre las cuales se encontraba estadía, traslado, atractivos turísticos y gastronomía.

Otro ámbito relevante es que las competencias de categoría A se presentan en las primeras sesiones. Posteriormente, los estudiantes en la última sesión manifestaron las competencias de la categoría B, siendo B2 la subcompetencia trabajada de manera más regular (integrar y resumir información utilizando las TIC). Esto se evidenció cuando la dupla recopiló y organizó toda la información de traslados, gastronomía, estadía y atractivos turísticos utilizando recursos tics, para luego complementar añadiendo fotografías y nueva información que les permitiera generar un paquete turístico.

En la figura 3 se muestra un gráfico radial de las subcompetencias observadas al momento de desarrollar el caso propuesto a lo largo de todas las sesiones (1, 2, 3, 4 y 5).

Figura 3. Frecuencia de subcompetencias OCDE observadas al desarrollar el caso.



Fuente: elaboración propia.

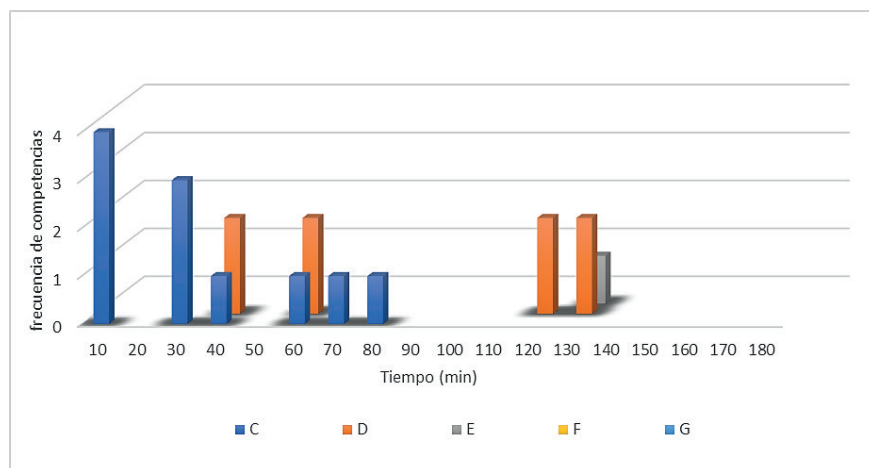
En la figura 3 se evidencian tendencias en tres tipos de subcompetencias. Primeramente, en la competencia de tipo A, tenemos 2 subcompetencias que resaltan por su frecuencia, las que son búsqueda y selección de la información digital requerida de forma eficaz y eficiente teniendo en cuenta el problema a resolver (A3), y almacenar y organizar los datos o la información digital de manera eficiente para que puedan ser utilizados nuevamente (A5). Estas categorías destacadas se condicen con el tipo de caso propuesto, ya que las preguntas apuntaban a la búsqueda de información, producción de procesos de investigación y elaboración de una propuesta práctica.

Para las competencias de tipo B, se observa con mayor énfasis la subcompetencia B2 (integrar y resumir información utilizando las TIC), ya que los estudiantes tuvieron que integrar la información recopilada y crear una página web para publicitar las rutas turísticas.

4.2 Competencias del modelado matemático del caso

Para analizar las competencias de modelado matemático propuestas por Maaß (2006), se utilizaron los mismos registros audiovisuales de las sesiones 1, 2, 3, 4 y 5. A continuación, se presentan los resultados en la figura 4.

Figura 4. Frecuencias de competencias de modelado matemático.



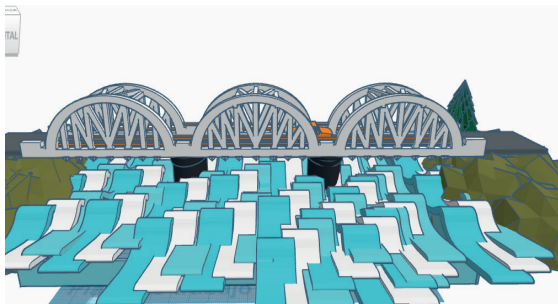
Fuente: elaboración propia.

Al analizar los registros con ciclo de modelado matemático propuesto por Maaß (2006), se evidenció con mayor frecuencia las competencias que abordan la comprensión del problema real y establece un modelo basado en la realidad (C). Esto se debe a que estas competencias están asociadas a la búsqueda de información, a identificar y relacionar las variables en estudio. También se evidenció que el grupo de estudio transitó por las competencias de construcción de un modelo matemático a partir de uno real (D). En esta parte los estudiantes matematizaron las variables de estadía, gastronomía, atractivos turísticos y traslados, fijando costos y determinando el valor de estos por cada persona. Con respecto a las competencias que abordan la resolución de cuestiones matemáticas dentro de este modelo matemático (E), se observó un escaso tránsito ya finalizando el problema. Por último, las competencias para interpretar resultados matemáticos en una situación real (F) y para validar la solución (G) no se observaron. Esto produjo que el modelado matemático tuviera deficiencias como, por ejemplo, determinar de forma errónea el costo de traslado por persona, ya que no se cuestionó la pertinencia del resultado ni se volvió a revisar la solución numérica propuesta.

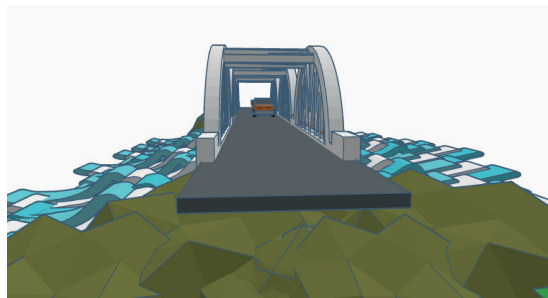
4.3 Competencias del modelado 3D

Los estudiantes, al diseñar el paquete turístico, debieron modelar el atractivo cultural más relevante de la provincia de Linares, con el fin de generar un relato turístico, histórico y matemático de este, por lo que construyeron un modelo 3D de este atractivo utilizando Tinkercad, como se muestra en la figura 5.

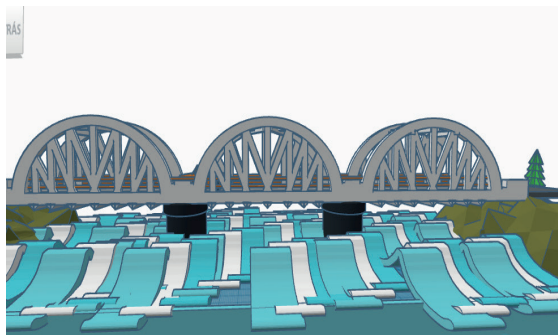
Figura 5. Vistas del puente Tres Arcos Cordillerano de Linares utilizando Tinkercad.



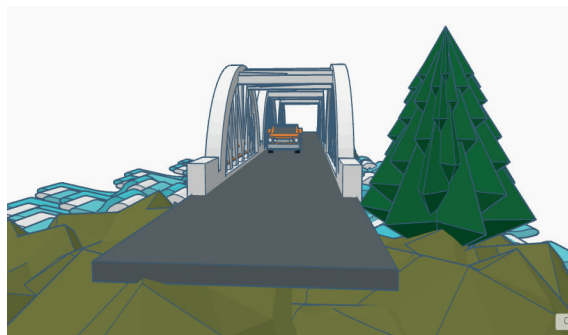
Vista frontal del modelo 3D



Vista izquierda del modelo 3D



Vista posterior del modelo 3D

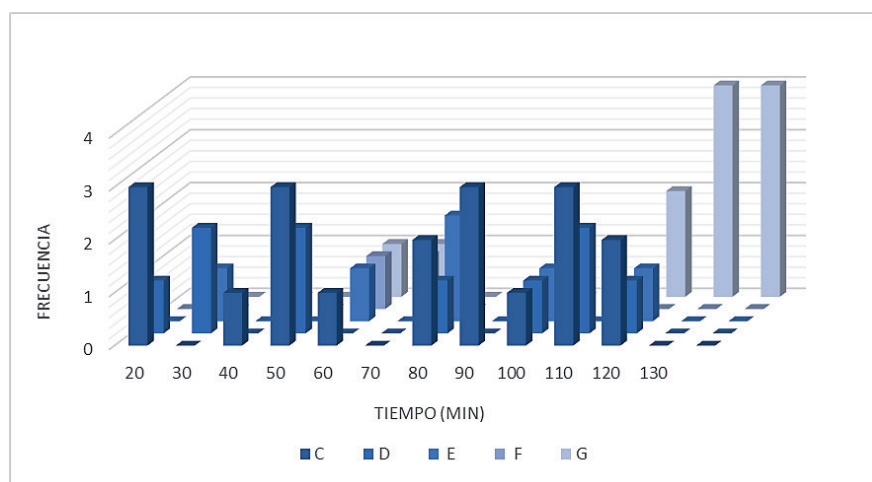


Vista derecha del modelo 3D

Fuente: capturas de pantalla tomadas a partir de las producciones de los estudiantes.

El desarrollo de este trabajo se registró de forma audiovisual y corresponde a la sesión 4. El análisis se realizó utilizando las competencias de modelado matemático propuestas por Maaß (2006), como se muestra en la figura 6.

Figura 6. Frecuencias de competencias de modelado matemático al modelar en 3D durante la sesión 4.

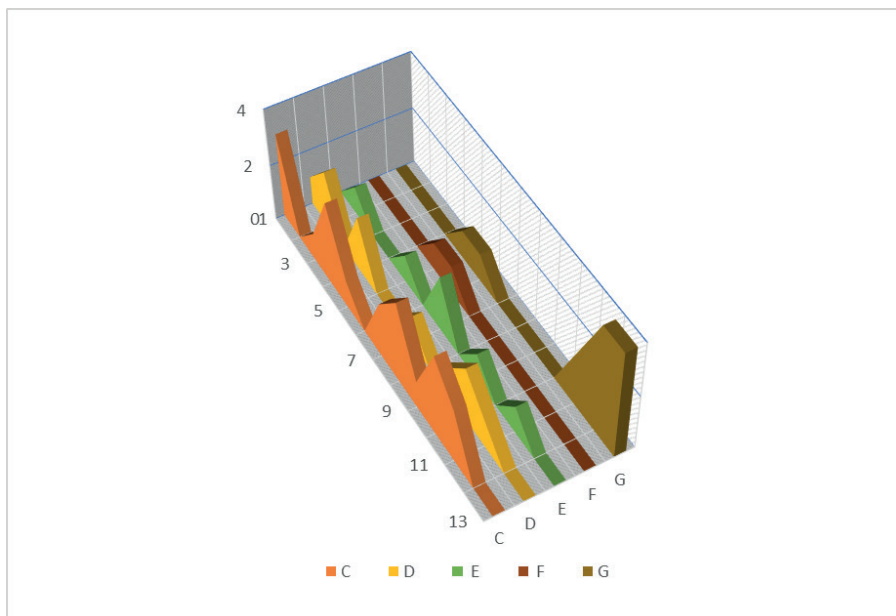


Fuente: elaboración propia.

Las competencias de modelación descritas por Maaß (2006) se observaron en todo el proceso de modelado 3D. Estas no fueron ocurriendo de forma lineal, como se podría considerar a partir del diagrama del ciclo de modelado (figura 2), sino que surgieron de manera recursiva e intermitente. De este modo, las competencias de modelado, como C y D, se repiten en casi todo el registro de la sesión 4 (130 min). Esto sugiere que los procesos cognitivos del grupo de estudio no siguen una secuencia continua al momento de diseñar el prototipo 3D, aunque sí pasan por todas las habilidades del ciclo en su plenitud. Otro aspecto fundamental es que se evidencian tendencias en cada etapa del ciclo de modelado, donde las competencias comprender el problema (C) y construir el modelo (D) tienden a estar en la primera mitad de la sesión, y las competencias para interpretar (F) o validar la solución (G) tienden a estar en la segunda mitad del modelado.

Otro aspecto relevante a destacar es que se presentó un comportamiento sistemático en la expresión de habilidades y competencias de modelado matemático, lo cual podría indicar que el modelamiento en 3D utilizando Tinkercad promueve de forma continua las competencias. A continuación, se muestra en la figura 7.

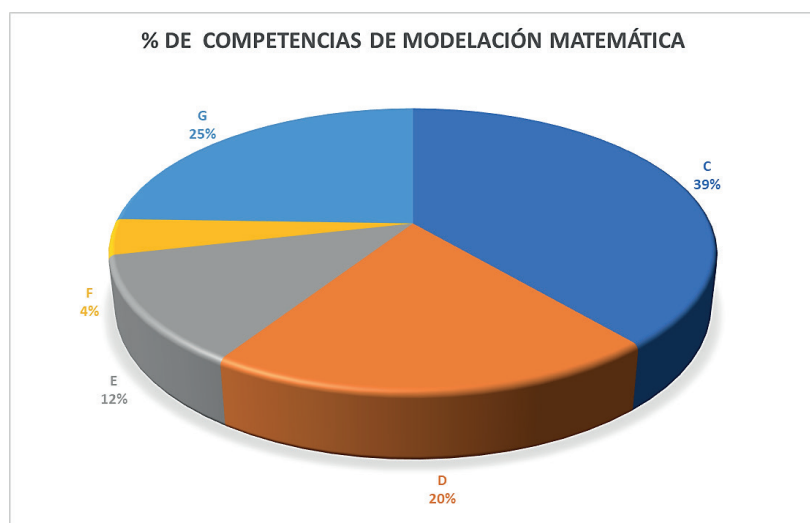
Figura 7. Progresión de aparición de las competencias de modelado matemático al modelar en 3D durante la sesión 4.



Fuente: elaboración propia.

Como se evidencia en la figura 7, las competencias que abordan la validación de la solución (G) posee una clara tendencia a aumentar su frecuencia en la parte final del proceso de modelado. Otro punto relevante a destacar es que las competencias matemáticas en general se presentan de forma frecuente a través de toda la sesión. Este punto es relevante, ya que permite dimensionar la fortaleza de utilizar un *software* especializado en modelación 3D, como Tinkercad, para desarrollar competencias de modelado matemático. A continuación, en la figura 8 se observan las proporciones en las que se presentan las competencias que manifiestan los estudiantes al elaborar sus propuestas de modelado en 3D.

Figura 8. Porcentaje de competencias de modelado al utilizar Tinkercad y modelar en 3D.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados arrojan una predominancia de las competencias para comprender el problema (C) y construir el modelo (D), con escasa presencia de las competencias para resolver problemas matemáticos 12% (E) e interpretar los resultados matemáticos 4% (F). Esto se podría deber a que el modelamiento 3D pone énfasis en construir un prototipo semejante al real, a través de cuerpos geométricos conocidos. Las subcompetencias para interpretar los resultados incluyen: interpretar resultados (F1), generalizar soluciones (F2) y ver soluciones utilizando el lenguaje matemático (F3). Respecto de la débil presencia de competencias tipo F, esto podría deberse a que Tinkercad es un *software* que no potencia ni demanda del uso de lenguaje matemático para construir el modelo 3D.

5. Discusión

A continuación, se presenta una discusión del análisis de los resultados obtenidos en este estudio. Se organiza en tres secciones: competencias OCDE, competencias de modelado matemático del caso y competencias específicas de modelado matemático 3D.

Con respecto a las competencias OCDE, se observaron tendencias importantes en dos subcompetencias, la primera referida a la búsqueda y selección de informa-

ción (A3) y la segunda, asociada a la integración y resumen de la información (B2). Ambas están ligadas con el método de caso, el cual propició su desarrollo a través de las preguntas abiertas abordadas. Estas preguntas promovieron la discusión y el diálogo entre los estudiantes, quienes buscan sus propias opciones para dar respuesta a la problemática presentada (Rollag, 2010). El método de caso permitió que los estudiantes recrearan una experiencia real (Rodrigues *et al.*, 2021) y afín con su especialidad de formación técnica. Así, pudieron evocar variables reales y cercanas a su contexto, como gastos de traslado, estadía o alojamiento, entre otros, para desempeñar la función de guías turísticos. Otro punto fundamental fue la actuación concreta de los estudiantes en la búsqueda de información, lo que generó un pensamiento activo para construir conocimiento (Passyn y Billups, 2019) y les permitió avanzar en el desarrollo de habilidades específicas en su formación como guías turísticos.

En cuanto a las competencias de modelado matemático del caso, presentó errores y dificultades por parte de los estudiantes en el cálculo del costo total del paquete turístico, ya que no manifestaron las competencias de interpretación de resultados matemáticos (F) y validación de la solución (G), como se observa en la figura 4. Una de las posibles razones para estas ausencias podría estar en la falta de experiencia previa de los estudiantes respecto del uso de herramientas heurísticas para resolver el problema, sumado a la misión de conocimiento matemático adquirido en su formación escolar (Aravena *et al.*, 2013). Otra razón probable está en las dificultades para movilizar sus conocimientos aritméticos previos en problemas no rutinarios, dado que las estrategias pedagógicas docentes raramente incluyen aplicaciones a problemáticas reales (Aravena *et al.*, 2013). Asimismo, al abordar la modelación, se evidenció la escasa aplicación de competencias asociadas a la matematización (términos, ecuaciones, figuras, diagramas y funciones) en el proceso de búsqueda de la solución, aunque la matematización es fundamental en la resolución de problemas. Esta menor activación de la matematización se asocia con los obstáculos que presentan los estudiantes para modelar problemáticas reales, ya que estas no se propician en los sistemas regulares de educación, que tienden a medir el aprendizaje a través de pruebas escritas (Greefrth, 2020).

Respecto a la modelación 3D, el caso buscaba desarrollar competencias para resolver cuestiones matemáticas dentro de un modelo matemático (E), que requiere de la aplicación de conocimientos previos, en este caso principalmente geométricos o algebraicos. En la implementación se observó que los estudiantes no manifestaron adecuadamente esta competencia, lo que coincide con lo planteado por Aravena *et al.* (2013), en relación a que los estudiantes no poseen una sólida formación en

esta área de la matemática. La otra competencia que se manifestó escasamente fue interpretar resultados matemáticos en una situación real (F), ya que era primera vez que los estudiantes trabajaban modelando en 3D. Dado que la habilidad para interpretar la realidad en problemas cotidianos requiere tiempo, puede resultar esperable observar esta dificultad cuando se incorporan herramientas nuevas a los procesos de formación escolar.

6. Conclusión

El estudio buscó caracterizar competencias y habilidades STEM que manifiestan estudiantes de Enseñanza Media Técnico Profesional, a través de la comprensión y resolución de un caso afín al ámbito de la especialidad de técnico en turismo. Dadas las características del caso y la forma de trabajo en parejas a lo largo de las sesiones de clases, los estudiantes manifestaron principalmente habilidades transversales, como la capacidad para organizar y comunicar información, diseñando modelos 3D a través del uso de tecnologías y el trabajo colaborativo.

La herramienta Tinkercad vinculó el contexto de organizar un recorrido turístico con los cuerpos geométricos, a partir del diseño de un prototipo 3D de un monumento cultural, incentivando las competencias de modelado geométrico y favoreciendo la creatividad para proponer sus propias soluciones. En este sentido, si bien no ha sido el propósito específico de este estudio, consideramos que este tipo de experiencias de aprendizaje facilita la inclusión educativa, pues promueve y valora la diversidad de estrategias y propuestas de solución, estrechando las brechas de aprendizaje en el aula escolar.

6.1 Proyección de la investigación

Destacar las amplias competencias de modelado matemático y las competencias propuestas por la OCDE que desarrollaron los estudiantes a través del diseño de caso, el cual propició la integración de disciplinas de tipo STEM, vinculando las habilidades a una o varias competencias definidas en este estudio. Por ello, sería conveniente utilizar el método de caso en otras carreras técnicas para potenciar las habilidades y competencias necesarias para desenvolverse en el siglo XXI. Los hallazgos del presente estudio demuestran que es factible implementar estrategias innovadoras de enseñanza y aprendizaje en el aula de matemáticas de Educación Secundaria Técnico Profesional, que apuntan a la integración de saberes para el mundo del trabajo. Asimismo, se avizora la necesidad de continuar explorando cómo

se relaciona el desarrollo de competencias transversales y competencias específicas cuando los estudiantes enfrentan casos o problemas reales, con el propósito de evaluar la replicabilidad, transferencia o adaptación crítica de estas experiencias a procesos formativos de otras especialidades técnicas. Todos estos elementos ofrecen insumos para la toma de decisiones desde las políticas y normativas curriculares.

6.2 Limitaciones de estudio

Una de las limitaciones constituye el análisis de una sola dupla de trabajo, debido a la asistencia irregular de los estudiantes, lo que no nos permite comparar el desempeño entre grupos para mirar con mayor amplitud la forma en la que se manifiestan las competencias. Otro aspecto que complejizó la implementación del caso fue el tiempo que se requirió para lograr observar el desarrollo de competencias y habilidades. Esto podría ser una limitante para incorporar el enfoque STEM bajo el método de casos en el aula escolar común, dadas las demandas de cobertura curricular a la que están sujetas las instituciones educativas.

7. Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento entregado por ANID - Proyecto Fondecyt Regular N.º 1230865, cuya investigadora responsable es la tercera autora.

8. Referencias bibliográficas

- Abina, A., Temeljotov Salaj, A., Cestnik, B., Karalič, A., Ogrinc, M., Kovačič Lukman, R. y Zidanšek, A. (2024). Challenging 21st-Century Competencies for STEM Students: Companies' Vision in Slovenia and Norway in the Light of Global Initiatives for Competencies Development. *Sustainability*, 16(3), 1295. <https://doi.org/10.3390/su16031295>
- Ahonen, A. K. y Kinnunen, P. (2015). How do students value the importance of twenty-first century skills? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 59(4), 395-412. <http://dx.doi.org/10.1080/00313831.2014.904423>
- Akerson, V. L., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T. A. y Newman, S. (2018). Disentangling the meaning of STEM: Implications for science education and science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1435063>
- Amozurrutia, J. A. y Servós, C. M. (2011). Excel spreadsheet as a tool for social narrative analysis. *Quality & Quantity*, 45, 953-967. <https://doi.org/10.1007/s11135-010-9406-9>

- Ananiadou, K. y Claro, M. (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. *OECD Education Working Papers*, (41), OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/218525261154>.
- Aravena Díaz, M. D., Díaz Levicoy, D., Rodríguez Alveal, F. y Cárcamo Mansilla, N. (2022). Estudio de caso y modelado matemático en la formación de ingenieros. Caracterización de habilidades STEM. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 30(1), 37-56. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052022000100037>
- Aravena-Díaz, M. y Caamaño-Espinoza, C. (2013). Niveles de razonamiento geométrico en estudiantes de establecimientos municipalizados de la Región del Maule: Talca, Chile. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 16(2), 179-211. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1621>
- Cico, O., Jaccheri, L., Nguyen-Duc, A. y Zhang, H. (2021). Exploring the intersection between software industry and Software Engineering education-A systematic mapping of Software Engineering Trends. *Journal of Systems and Software*, 172, 110736. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110736>
- Doyle-Kent, M. y Shanahan, B. W. (2022). The development of a novel educational model to successfully upskill technical workers for Industry 5.0: Ireland a case study. *IFAC PapersOnLine*, 55(39), 425-430. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.12.072>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Espinoza, L., Vergara, A. y Valenzuela, D. (2017). La geometría escolar en crisis: Una confrontación con la olvidada "Óptica de Euclides". *Revista Premisa*, 19(74), 22-34.
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N. y Parraguez, R. (2021). Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en matemática. *Edma 0-6: Educación Matemática En La Infancia*, 8(1), 33-43.
- Gómez-Calalán, J. y Andrade-Molina, M. (2022). Discordancias del currículo escolar: Homotecia más allá de la proporcionalidad. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 14(1), 31-42. <https://doi.org/10.46219/rechiem.v14i1.105>
- Greefrath, G. (2020). Competencia en modelización matemática. Selección de desarrollos actuales de investigación. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (17), 38-51. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i17.303>
- Gurmu, F., Tuge, C. y Hunde, A. B. (2024). Effects of GeoGebra-assisted instructional methods on students' conceptual understanding of geometry. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2379745>
- Han, J., Kelley, T. y Knowles, J. G. (2023). Building a sustainable model of integrated stem education: Investigating secondary school STEM classes after an integrated STEM project. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(4), 1499-1523. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09777-8>

- Henríquez-Rivas, C., Verdugo-Hernández, P. y Valenzuela-Barrera, Y. (2023). Trabajo matemático de estudiantes de educación técnica profesional en un contexto interdisciplinar. *Uniciencia*, 37(1), 457-480. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.37-1.25>
- Labra, J. A. y Vanegas, C. M. (2022). Desarrollo del razonamiento geométrico de estudiantes de enseñanza media cuando abordan el concepto de homotecia. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. RELIME*, 25(1), 93-120. <https://doi.org/10.12802/relime.22.2514>
- Levanova, E. A., Galustyan, O. V., Seryakova, S. B., Pushkareva, T. V., Serykh, A. B. y Yezhov, A. V. (2020). Students' Project Competency within the Framework of STEM Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(21), 268-276. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i21.15933>
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM. Mathematics Education*, 38(2), 113-142. <https://doi.org/10.1007/BF02655885>
- Marmolejo Avenia, G. A. y Vega Restrepo, M. B. (2012). La visualización en las figuras geométricas: Importancia y complejidad de su aprendizaje. *Educación Matemática*, 24(3), 7-32. <https://doi.org/10.24844/EM2402.01>
- Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. En Bikner-Ahsbahr, A., Knipping, C. y Presmeg, N. (eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education. Advances in Mathematics Education* (pp. 365-380). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_13
- Moral-Sánchez, S. N., Sánchez-Compañía, M.^a T. y Romero, I. (2022). Geometry with a STEM and Gamification Approach: A Didactic Experience in Secondary Education. *Mathematics*, 10(18), 3252. <https://doi.org/10.3390/math10183252>
- Mosiiuk, O. O. y Lenchuk, I. G. (2023). Constructive geometry in implementations of modern 3D graphics. *Information Technologies and Learning Tools*, 94(2), 19-37. <https://doi.org/10.33407/itlt.v94i2.5157>
- Passyn, K. A. y Billups, M. J. (2019). How to improve written case analysis and reduce grading time: The one-page, two-case method. *Journal of Marketing Education*, 41(3), 215-229. <https://doi.org/10.1177/0273475319826621>
- Razali, R. y Zainal, D. A. P. (2013). Assessing students' acceptance of case method in software engineering education—a survey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, 1562-1568. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.082>
- Rodrigues, H., De Arêa Leão Júnior, T. y Simão Cardoso, F. (2021). Método do caso como ferramenta de transformação da educação jurídica brasileira. *Revista Brasileira de Direito*, 17(1), e4050. <https://doi.org/10.18256/2238-0604.2021.v17i1.4050>
- Rojas, C. y Sierra, T. Á. (2021). Restricciones institucionales que dificultan la modelización espacio-geométrica en la enseñanza secundaria. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (20), 41-63. <https://doi.org/10.35763/aiem20.4031>

- Rollag, K. (2010). Teaching business cases online through discussion boards: Strategies and best practices. *Journal of Management Education*, 34(4), 499-526. <https://doi.org/10.1177/1052562910368940>
- Romera-Iruela, M. J. (2011). La investigación-acción en la formación del profesorado. *Revista Española de Documentación Científica*, 34(4), 597-614. <https://doi.org/10.3989/redc.2011.4.836>
- Siles, T. (2024). Situación adidáctica para el tránsito de la homotecia en el plano euclidiano a la homotecia vectorial. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 16(3), 89-107. <https://doi.org/10.46219/rechiem.v16i3.167>
- Suherman, S., Vidákovich, T., Mujib, M., Hidayatulloh, H., Andari, T. y Susanti, V. D. (2025). The Role of STEM Teaching in Education: An Empirical Study to Enhance Creativity and Computational Thinking. *Journal of Intelligence*, 13(7), 88. <https://doi.org/10.3390/jintelligence13070088>
- Tang, K. S. y Williams, P. J. (2019). STEM literacy or literacies? Examining the empirical basis of these constructs. *Review of Education*, 7(3), 675-697. <https://doi.org/10.1002/rev3.3162>
- Unesco. (2016). *Assessment of transversal competencies: policy and practice in the Asia-Pacific region*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246590.locale=en>
- Unesco. (2021). Competencias y habilidades digitales. Author. *UNESCO Office Montevideo and Regional Bureau for Science in Latin America and the Caribbean United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380113?posInSet=4&queryId=09e6e0a3-f371-4bb2-9607-f2f326bff52d>
- Unesco. (2022). *Curriculum on the move, thematic notes n° 11*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382625_spa.locale=en
- Unesco. (2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Valdes-Ramirez, D., De Armas Jacomino, L., Monroy, R. y Zavala, G. (2024). Assessing sustainability competencies in contemporary STEM higher education: a data-driven analysis at Tecnológico de Monterrey. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1415755>
- Wahono, B. y Chang, C. Y. (2019). Assessing teacher's attitude, knowledge, and application (AKA) on STEM: An effort to foster the sustainable development of STEM education. *Sustainability*, 11(4), 950. <https://doi.org/10.3390/su11040950>
- Wang, J. y Paine, L. W. (2023). Influence of centralized curriculum on Chinese beginning teachers' geometry lessons. *Teaching and Teacher Education*, 123, 103988. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103988>
- Weigand, H. G., Hollebrands, K. y Maschietto, M. (2025). Geometry education at secondary level—a systematic literature review. *ZDM—Mathematics Education*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01703-1>
- Yarin, Y. y Chinchay, H. E. G. (2023). La realidad virtual y su efecto en la habilidad espacial:

un caso de estudio enfocado en la enseñanza de la geometría descriptiva. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <http://dx.doi.org/10.6018/red.540091>

Yuste, P. (2010). Learning mathematics through its history. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1137-1141, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.161>

Ziatdinov, R. y Valles Jr., J. R. (2022). Synthesis of modeling, visualization, and programming in GeoGebra as an effective approach for teaching and learning STEM topics. *Mathematics*, 10(3), 398. <https://doi.org/10.3390/math10030398>

9. Anexo: diseño del caso turístico



Facultad de
Ciencias de la
Educación



Fondecyt
Fondo Nacional de Desarrollo
Científico y Tecnológico

Caso: Programa “Vacaciones Tercera Edad” de Sernatur, permite que las y los vecinos tengan un viaje a la región del Maule

El próximo 5 de noviembre emprenderán rumbo las personas mayores que se inscribieron en el increíble paseo que gestionó la Unidad del Adulto Mayor junto al Servicio Nacional de Turismo (Sernatur) en la provincia de Linares, donde 24 vecinos y vecinas de la comuna de San Bernardo viajarán por 5 días y 4 noches, disfrutando de traslado ida y vuelta, alojamiento, alimentación, guía turístico y acceso a 2 tours.

Funcionaria y encargada del viaje, comentó que será maravilloso, donde conocerán algunos atractivos turísticos como las termas de Panimávida y la ruta de las iglesias o las artesanías de crin de caballo. Además, mencionó que alojarán en Hotel Santa María de Panimávida, ya que posee una muy buena recepción y gastronomía.



Figura 1: Vecinos de la comuna de San Bernardo

Preguntas para la discusión

De acuerdo a la información recopilada:

- a. Investiga cuáles son los requerimientos que tendría un viaje turístico de estas características, considerando el perfil de los turistas y los lugares que visitarán.

- b. Investiga los principales atractivos turísticos de carácter natural y cultural de Linares que sean afines a las características y necesidades de este grupo de turistas.

Trabajo del guía turístico

- a. Diseña un mapa en un software, identificando donde se encuentran los lugares que necesitan visitar. Considera cómo optimizar costos y tiempos de viaje.
- b. Modela una ruta turista en un software, con todos los requerimientos para los adultos de la tercera edad.
- c. Modela en 3D en un software, el atractivo patrimonial más relevante para argumentar y comunicar de forma efectiva su forma y diseño a los turistas. Considera que a partir del modelo se creará un prototipo 3D que debe reflejar correctamente todas las vistas.

Propuesta de solución

Elabore una propuesta de solución que aborde:

- a. Un afiche informativo utilizando TIC para difundir la ruta turística diseñada.
- b. Una propuesta para diseñar rutas turísticas dependiendo de los tipos de turistas.
- c. Mapa con los atractivos turísticos de carácter natural y cultural de Linares.



Esta obra está bajo una Licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.