

PERCEPCIONES Y MALENTENDIDOS DE LOS ESCOLARES CHILENOS SOBRE INGENIERÍA

Álvaro Correa, Universidad de los Andes, acorrea4@miuandes.cl
Camila Villalobos, Universidad de los Andes, civillalobos@miuandes.cl
Matías Recabarren, Universidad de los Andes, mrecabarren@miuandes.cl

RESUMEN

Existe una falta de claridad en la percepción de los estudiantes sobre la ingeniería, lo que podría estar contribuyendo a la formación de estereotipos erróneos y limitados. Existe una falta de claridad en la percepción de los estudiantes sobre la ingeniería, lo que podría estar contribuyendo a la formación de estereotipos erróneos y limitados. El objetivo de este estudio es explorar si los malentendidos sobre la ingeniería pueden explicarse por un sesgo en la percepción de las matemáticas, donde los estudiantes tienden a asociar esta disciplina solo con la aritmética y no con la modelación matemática. Se analizaron las percepciones de los estudiantes utilizando categorías relacionadas con la ingeniería, evaluando sus asociaciones con la aritmética y la modelación, y comparando los resultados entre diferentes niveles educativos y géneros. Los estudiantes muestran una fuerte asociación entre la ingeniería y la aritmética, mientras que la modelación matemática es poco reconocida en este contexto, lo que podría estar contribuyendo a una comprensión errónea de la ingeniería. Estos hallazgos sugieren que los malentendidos sobre la ingeniería podrían estar influenciados por la percepción sesgada de las matemáticas, haciendo esencial reforzar la enseñanza de la modelación matemática en el contexto de la ingeniería desde etapas tempranas de la educación.

PALABRAS CLAVES: modelación matemática, ingeniería, vocaciones.

INTRODUCCIÓN

La percepción que los estudiantes escolares tienen sobre las profesiones, incluida la ingeniería, es crucial para su elección de estudios superiores (Lampley et al., 2022; Knight & Cunningham, 2004). Diversos estudios revelan que las percepciones sobre la ingeniería en la comunidad escolar presentan confusiones significativas, un problema común a nivel mundial (Pleasants & Olson, 2019; Thatcher & Meyer, 2017). Estas confusiones pueden influir negativamente en las vocaciones hacia la ingeniería.

Comprender lo que los estudiantes escolares piensan sobre la ingeniería es fundamental para desarrollar estrategias que mejoren estas percepciones, fomenten vocaciones de calidad en ingeniería y permitan utilizar la ingeniería como una herramienta efectiva para acercar a los estudiantes a las disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

Un hallazgo común en estudios sobre percepción de la ingeniería es el reconocimiento, tanto por parte de estudiantes como de profesores, de la fuerte relación entre la matemática y la ingeniería (Faulkner et al., 2019; Zavala et al., 2015). Sin embargo, los estudiantes no logran vincular adecuadamente la matemática con las actividades concretas de la ingeniería, siendo la modelación matemática un aspecto clave no reconocido por ellos (Lyon & Magana, 2020; Bruner & Recabarren, 2023).

Este trabajo explora la hipótesis de que las creencias erróneas sobre la ingeniería podrían estar influenciadas por la incapacidad de los alumnos de identificar la modelación como parte integral de las matemáticas.

Relevancia de las matemáticas en Ingeniería

La matemática es fundamental en el estudio de la ingeniería, con cursos elementales comunes en los primeros años de los programas (Faulkner et al., 2019). Tanto académicos como estudiantes reconocen su importancia para el desarrollo profesional (Willcox & Bounova, 2004; Zavala et al., 2016). Sin embargo, a pesar de esta percepción, el bajo rendimiento en matemáticas es una causa principal de abandono en ingeniería (Van Dyken et al., 2015).

Un factor clave en este debilitamiento es la incapacidad de los estudiantes para reconocer la matemática en su práctica profesional, situación que incluso afecta a ingenieros en ejercicio (González-Martin et al., 2021). También influye la desconexión entre los cursos elementales y las expectativas de los profesores en cursos más avanzados (Harris et al., 2015).

La modelación matemática, que implica expresar problemas reales mediante matemáticas y aplicarlas para resolverlos, es una habilidad crucial pero poco desarrollada en los cursos básicos de ingeniería (Faulkner et al., 2019). La falta de enfoque en esta competencia contribuye al bajo desempeño en ciencias de la ingeniería (Willcox & Bounova, 2004).

Además, las creencias epistemológicas, formadas en la educación escolar, afectan negativamente el aprendizaje de matemáticas y su aplicación en nuevos contextos (Schoenfeld, 2016). Un enfoque escolar en problemas aritméticos y algebraicos desvinculados del mundo real contribuye al desarrollo de creencias limitadas sobre la matemática, perjudicando la relación de los estudiantes con esta disciplina en su futuro académico y profesional (Zavala et al., 2015).

Percepción de los estudiantes escolares sobre Ingeniería

Los estudiantes escolares suelen tener una comprensión limitada o errónea de lo que hace un ingeniero (Pleasants & Olson, 2019). Muchos no logran reconocer que casi todo lo que utilizan depende de diversos tipos de ingeniería. Esto contribuye a estereotipos equivocados sobre la ingeniería y el rol del ingeniero (Knight & Cunningham, 2004).

Instrumentos como el *Draw-an-Engineer Test* (DAET) han demostrado que muchos estudiantes asocian la ingeniería con la construcción de edificios o la reparación de motores (Knight & Cunningham, 2004). Por ejemplo, estudios en Hong Kong revelaron que los estudiantes ven a los ingenieros como constructores o diseñadores de edificios (Luo, 2022). Además, en investigaciones en Irlanda, Kenia y Suecia, se observó que los estudiantes ven a los ingenieros como mecánicos o diseñadores, con una notable representación de ingenieros como hombres, lo que subraya el sesgo de género en la percepción de la ingeniería (Buckley et al., 2023).

El instrumento *What is Engineer?* (WIE) muestra que muchos estudiantes, incluso preescolares, identifican a los ingenieros como mecánicos o trabajadores de construcción (Cunningham et al., 2006). Sin embargo, algunos estudiantes también reconocen un componente de análisis y diseño en la ingeniería (Lampley et al., 2022). Estos malentendidos y percepciones sesgadas son comunes a nivel global, lo que evidencia la necesidad de intervenir para mejorar la comprensión de la ingeniería desde etapas tempranas.

Percepción de los profesores escolares sobre Ingeniería

Los malentendidos sobre la ingeniería no solo afectan a los estudiantes, sino también a sus profesores, quienes desempeñan un papel crucial en la formación de la percepción de sus alumnos. Thatcher & Meyer (2017) encontraron que los profesores de enseñanza media y básica

tienen nociones sobre el proceso de ingeniería, pero carecen de un conocimiento profundo sobre la carrera. Además, Hammack et al. (2020) observaron que, aunque los profesores de primer ciclo básico entienden la interconexión entre ciencias, matemáticas e ingeniería, muchos no comprenden cómo estas disciplinas se complementan y aplican para resolver problemas específicos.

Antink-Meyer & Mayer (2016) identificaron cuatro ideas equivocadas comunes entre los profesores de ciencias: (1) el proceso de ingeniería depende de la naturaleza del problema, (2) la ingeniería valida la madurez de la ciencia, (3) la creatividad solo es necesaria en el diseño, y (4) los productos de la ingeniería deben ser tangibles. Además, advierten que la simplificación excesiva del concepto de ingeniería genera más confusiones entre los profesores.

Estos malentendidos en los profesores repercuten en las percepciones de los estudiantes, afectando sus elecciones vocacionales y su aprendizaje en áreas como matemáticas y ciencias (Moore et al., 2014). Aunque se ha demostrado que participar en actividades de diseño de ingeniería mejora las capacidades de pensamiento científico de los estudiantes, estas experiencias son limitadas debido a las confusiones de los propios profesores sobre la ingeniería y su aplicación en el aula (Brand, 2020).

METODOLOGÍA

Se diseñó un estudio exploratorio con estudiantes escolares para conocer su percepción de ingeniería y su vinculación con la matemática. Así, en primer lugar, este capítulo explica la hipótesis de investigación, la elección y adaptación del instrumento utilizado en base a los objetivos del estudio. Luego, se presentan los participantes escogidos, para finalmente mostrar el proceso de obtención de respuestas y los datos generales de la muestra y la forma en que se analizaron estas.

Para este estudio, se buscó un instrumento que permitiera analizar la percepción de los estudiantes sobre el trabajo de ingeniería, enfocándose en los problemas y métodos utilizados, y su relación con las matemáticas. Se descartaron el DAET y el WiE, ya que estos se centran en el contexto y herramientas del ingeniero, sin profundizar en los tipos de problemas que soluciona (Pleasants, 2021). Por ello, se decidió utilizar una versión adaptada del Scope of Engineering Survey (SOES) propuesto por Pleasants (2021). El SOES es un cuestionario que presenta un conjunto de actividades profesionales y pide a los usuarios valorarlas según su relación con la ingeniería utilizando una escala Likert. Este diseño se basa en categorías fundamentadas en el marco teórico sobre las expectativas del trabajo de un ingeniero, permitiendo un análisis comparativo entre diferentes categorías (Pleasants, 2021). La escala Likert facilita su aplicación masiva y el análisis cuantitativo.

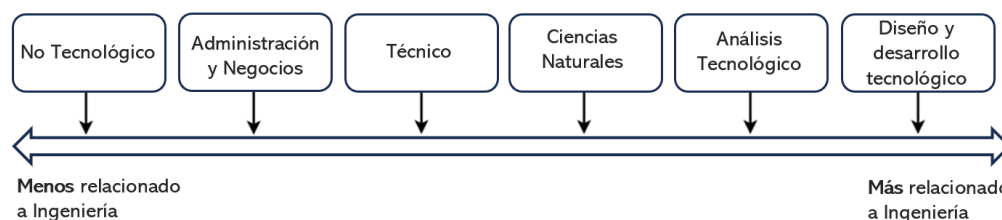


Figura N° 1. Escala continua de las categorías del SOES adaptado (Bruner & Recabarren, 2023)

Originalmente, el SOES fue desarrollado para evaluar la percepción de profesores escolares en Estados Unidos, incluyendo 5 categorías con 5 ítems cada una, aunque finalmente se propone

una aplicación reducida de 19 ítems. Sin embargo, debido a la relevancia en Chile, se utilizó una versión adaptada por Bruner y Recabarren (2023) que incorpora una nueva categoría: “Administración y Negocios”. La Fig. 1 muestra las 6 categorías y el orden esperado en la escala de relación con la ingeniería, y el Anexo A detalla los ítems del instrumento.”

En base a la hipótesis planteada para este estudio, se incorporó una segunda clasificación de los ítems del instrumento respecto a qué aspecto matemático incorpora la actividad. En este caso se definieron tres valores para esta categoría que van en relación con los objetivos de este estudio: (1) ninguna, que implica que la actividad no utiliza matemática de forma evidente, (2) aritmética, que implica que la actividad se basa explícitamente en operaciones algebraicas y aritméticas, y (3) modelación, para aquellas actividades que son planteadas desde un problema real el cuál debe ser modelado matemáticamente para poder ser trabajado y solucionado. La Tabla 1 muestra algunos ítems del SOES con su clasificación.

Tabla 1. Ejemplo de ítems del SOES adaptado junto a su clasificación matemática, tabla completa en Anexo A.

Item	Clasificación tipo profesion	Clasificación matemática
Calcular la fuerza necesaria para mover un auto	Ciencias naturales	Aritmética
Desarrollar el presupuesto para la importación de ropa desde China	Administración y negocios	Aritmética
Investigar sobre cuál es el medio de transporte que más utilizan las personas	Análisis tecnológico	Modelación
Encontrar una forma de reducir los tiempos de entrega de las compras de una tienda online	Diseño y desarrollo tecnológico	Modelación
Arreglar un teléfono en mal estado	Técnico	Ninguno
Escribir un artículo sobre un teléfono nuevo	No tecnológico	Ninguno

El cuestionario utilizado en el estudio, además de los ítems adaptados del SOES ya presentados, incorporó una pregunta sobre el sexo del estudiante y una pregunta abierta que le pedía al estudiante que indicará 3 palabras con las que relacionaba el concepto de ingeniería, esta última se le hará referencia desde ahora en adelante como 3ING.

El estudio consistió en la aplicación de un cuestionario a estudiantes escolares de 5 colegios localizados en la Región Metropolitana, Chile. Estos colegios tenían diferente dependencia, siendo 2 de ellos subvencionados y 3 privados.

Para poder analizar la evolución respecto de la percepción de ingeniería durante la etapa escolar, el estudio se diseñó para considerar dos niveles escolares, y así poder comparar los resultados entre ellos. Como primer curso se escogió séptimo básico (12-13 años). Estos estudiantes ya tienen el desarrollo cognitivo suficiente para responder adecuadamente el instrumento diseñado para el estudio (Piaget, 2008). Luego, como curso de comparación se escogió segundo medio (15-16 años). Este es el último curso con el mismo currículo para todos los estudiantes, debiendo tomar decisiones de cuáles áreas quieren profundizar en los siguientes dos años de educación media.

Los cuestionarios fueron respondidos de forma online y presencial, dependiendo de las preferencias de los colegios. En cada colegio se obtuvieron las respuestas de los dos grados, a excepción de uno de ellos, donde los estudiantes de segundo medio no pudieron participar. Se obtuvieron 587 respuestas, 209 online y 320 por escrito. Las respuestas escritas se transformaron en digital de forma manual. Luego, se eliminaron aquellas que estuvieran incompletas o que tuvieran la misma respuesta en todos los ítems, quedando finalmente para los análisis un total de 526 respuestas: 304 de séptimo básico, y 222 de segundo medio. A nivel de género, 298 de los estudiantes se definieron como género femenino, 208 como masculino, y 20 decidieron no especificarlo.

Las respuestas de las preguntas SOES se normalizaron, esto se hizo para evitar lo visto por Pleasants (2021) que en algunos casos los participan no utilizan la escala completa. Esta normalización se realizó intra-sujeto utilizando el escalamiento min-max, quedando estas respuestas en un rango entre 0 y 1.

La pregunta 3ING se utilizó para determinar qué estudiantes asocian directamente la ingeniería con distintos conceptos, entre estos, matemática. Para esto, primero se realizó una limpieza de las respuestas, eliminando las *stopwords* y las palabras redundantes u ofensivas. Luego, se marcaron las palabras que eran términos vinculados directamente con matemática como cálculo, matemáticas, estadísticas, probabilidades, trigonometría. Esto mismo se hizo también para las palabras relacionadas a construcción, diseño y ciencias. Se agruparon a los alumnos en distintos grupos referente al uso de estos conceptos en el ítem 3ING, esto se realizó de manera manual.

RESULTADOS

La Fig. 2 muestra el promedio general de las categorías SOES, permitiendo identificar dos grupos: aquellas que los estudiantes asocian con la ingeniería (Diseño y desarrollo tecnológico, y Administración y negocios) y las categorías menos relacionadas con la ingeniería (promedio inferior a 0.5).

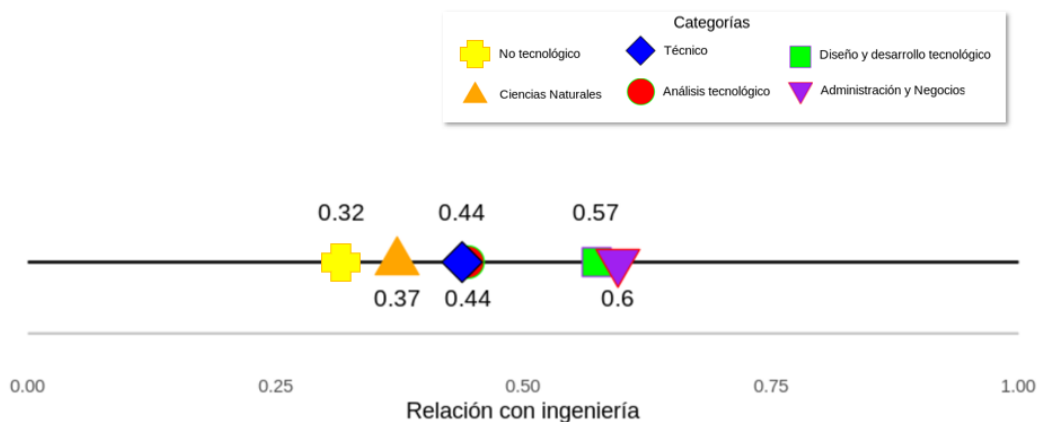


Figura N° 2. Comparación de promedios generales de las categorías SOES.

Los resultados presentan varios aspectos interesantes en comparación con lo esperado según el diseño del instrumento. En primer lugar, destaca el bajo valor asignado a la categoría *Ciencias naturales*, que supera solo a *No tecnológico* y queda significativamente por debajo de *Técnico* y de *Administración y negocios*. Además, el promedio bajo de *Análisis tecnológico* es llamativo, ya que teóricamente debería estar más cerca de *Diseño y desarrollo tecnológico*, pero en cambio se

encuentra al mismo nivel que *Técnico*. Por último, es especialmente llamativo que la categoría *Administración y negocios* lidere en promedio, aunque sin una diferencia significativa respecto a *Diseño y desarrollo tecnológico*.

Otro aspecto que llama la atención es la escasa separación entre las categorías, lo cual sugiere que los estudiantes escolares tienen dificultades para identificar con claridad las actividades relacionadas con la ingeniería.

Por su parte, la Fig. 3 muestra la distribución de los promedios para las categorías matemáticas: *Aritmética* y *Modelación*. En esta se puede observar que la relación que le dan los estudiantes a las actividades vinculadas a *Modelación* son más bajas que la valoración que le dan a las actividades asociadas a *Aritmética*, siendo esta una diferencia significativa ($p < .001$).

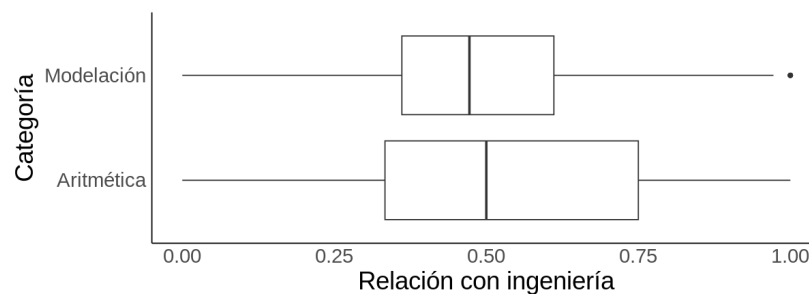


Figura N° 3. Comparación de la distribución de resultados para las categorías matemáticas.

La Fig. 4 muestra una nube de palabras de los conceptos que los estudiantes relacionaron con ingeniería (pregunta 3ING del instrumento). Entre estas, la palabra más utilizada es *matemática*, seguida por *construcción*, para luego dar lugar a *tecnología* y *construir*. Haciendo una agrupación de estas palabras en categorías más generales, se encontró que *matemática* es la categoría más utilizada (105 estudiantes), seguida por *construcción* (98), *diseño* (40) y *ciencias* (34).

En base a las categorías anteriores, se procedió a comparar a los estudiantes de esas categorías según sus promedios en las dos categorías más relevantes del SOES, y también según sus promedios para las categorías matemáticas definidas. La Tabla 3 presenta estos resultados. En el caso de la comparación entre el promedio de *Diseño y desarrollo tecnológico* con *Administración y negocios*, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las agrupaciones, aunque sí destaca, que solo en el caso de los estudiantes que usan palabras asociadas al concepto *matemática* se da que la categoría *Administración y negocios* tiene mayor promedio que *Diseño y desarrollo tecnológico*. Por otro lado, para las cuatro categorías el promedio de las actividades de *Aritmética* es mayor que el de *Modelación*, aunque esta diferencia es significativa sólo para los estudiantes que utilizan los conceptos de *Matemática* o *Construcción*.

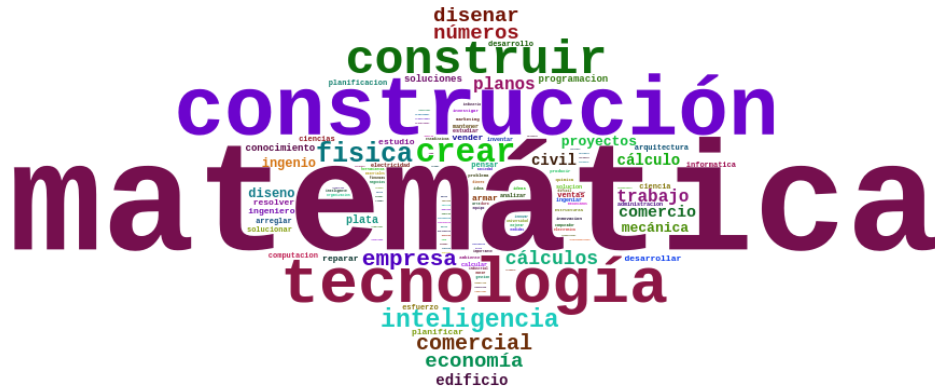


Figura N° 4. Nube de palabras para las respuestas a 3ING.

Para ahondar más en este análisis, se dividió a los estudiantes entre aquellos que utilizaron alguna palabra relacionada al concepto de *Matemática* (105) con los que no lo hicieron (421). La Fig. 5 muestra la distribución de estos dos grupos para el promedio de los ítems en las categorías *Aritmética* y *Modelación*. Para ambos grupos el promedio de *Aritmética* es significativamente mayor que el de *Modelación* ($p < .001$ para ambos grupos), mientras que al comparar entre grupos el promedio de *Aritmética* para los que utilizan *Matemática* es significativamente mayor que el de los que no utilizan ese concepto ($p = .024$). Por su parte, no hay diferencia significativa entre los promedios para *Modelación* entre esos grupos. También se puede apreciar que la diferencia entre las dos categorías aumenta de forma significativa en los alumnos que relacionan *matemática* con *ingeniería* ($p=.003$).

Tabla 3. Categorías preferidas según conceptos usados en 3ING.

Concepto relacionado con ingeniería	Promedio Diseño (1)	Promedio Administración y Negocios (2)	p -value entre (1) y (2)	Promedio Aritmética (3)	Promedio Modelación (4)	p -value entre (3) y (4)
Matemáticas	0.58	0.61	.201	0.63	0.48	<.001***
Construcción	0.56	0.52	.053	0.52	0.47	.006**
Diseño	0.59	0.56	.459	0.54	0.49	.143
Ciencias	0.61	0.57	.496	0.58	0.50	.081

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

Finalmente, la Fig. 6 muestra un resumen con el orden de las categorías en base a los distintos grupos estudiados, tanto por nivel como por género, pudiendo apreciarse como las actividades vinculadas a *Administración* y *negocios* son transversalmente las que obtienen mayores puntajes, a excepción de cuando se analiza a los hombres. Por su parte, el nivel escolar muestra una pequeña mejora en los estudiantes de segundo medio, respecto de una mayor valoración de las actividades de *Análisis tecnológico*, aunque también se acentúa la diferencia entre actividades *Aritméticas* y las de *Modelación*.

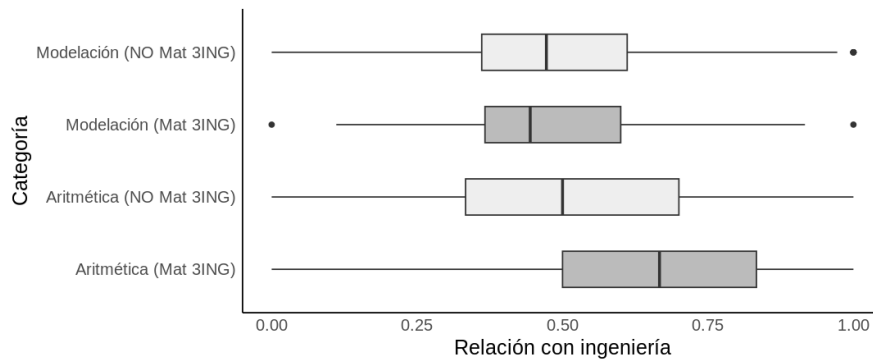


Figura N° 5. Distribución de los resultados de Aritmética versus Modelación según si los alumnos relacionan directamente matemáticas con ingeniería o no.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos apoyan la hipótesis planteada, mostrando que los estudiantes asocian más las actividades aritméticas con la ingeniería que la modelación matemática. La diferencia entre estas categorías aumenta cuando los alumnos relacionan explícitamente la ingeniería con conceptos matemáticos. Aunque se observa una leve mejora en la percepción de la ingeniería entre séptimo básico y segundo medio, la confusión sobre la relación entre modelación e ingeniería persiste, sin cambios significativos entre géneros. Esto sugiere que la incapacidad de los estudiantes para asociar la modelación con las matemáticas contribuye a una comprensión errónea de lo que implica la ingeniería.

Es evidente que los estudiantes no consideran la modelación como parte integral de las matemáticas ni como una habilidad relacionada con la ingeniería. Esta desconexión indica un desconocimiento o falta de comprensión de la modelación por parte de los alumnos, lo que refuerza la idea de que su percepción de la ingeniería es limitada y a menudo incorrecta. Además, la fuerte asociación de la ingeniería con la aritmética, particularmente en el contexto de actividades administrativas y de negocios, complica aún más esta percepción.

En conclusión, los alumnos no logran vincular la modelación con las matemáticas ni con la ingeniería, mientras que el cálculo está claramente asociado con ambas. Aunque hay una ligera mejora en la percepción de la ingeniería a medida que los estudiantes avanzan en su educación, persisten importantes malentendidos, especialmente en lo que respecta a la relación entre la ingeniería y las áreas de administración y negocios. Los sesgos de género no parecen influir en la relación entre la modelación y la ingeniería.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de un enfoque educativo que refuerce la enseñanza de la modelación matemática y su conexión con la ingeniería. Para ello, es crucial capacitar a los profesores en estos conceptos (Antink-Meyer, 2016) para que puedan integrarlos efectivamente en el currículum escolar. Esto no solo mejoraría la comprensión de la ingeniería entre los estudiantes, sino que también les permitiría tomar decisiones más informadas sobre su futuro académico en esta área (Lampley et al., 2022; Knight & Cunningham, 2004).

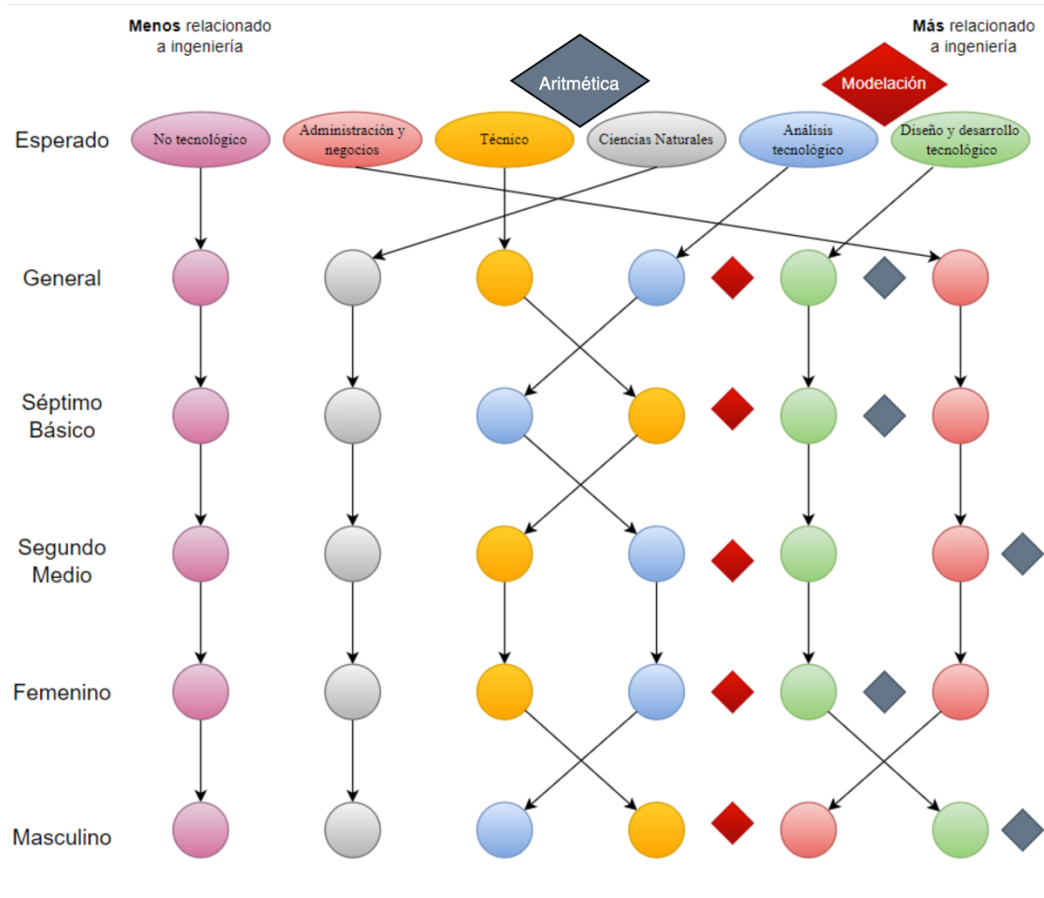


Figura N° 6. Comparación del orden de categorías dado por los distintos grupos con el orden esperado.

REFERENCIAS

- Antink-Meyer, A. & Meyer, D. Z., 2016. Science teachers' misconceptions in science and engineering distinctions: Reflections on modern research examples. *Journal of Science Teacher Education*, 27(6), pp. 625-647.
- Brand, B. R., 2020. Integrating science and engineering practices: outcomes from a collaborative professional development. *International Journal of STEM Education*, 7(1), pp. 1-13.
- Bruner, T. & Recabarren, M., 2023. Comprensión de Ingeniería: Influencia en la Motivación de Alumnos de primer año. *In XXXV Congreso Chileno de Educación de Ingeniería*.
- Buckley, J. et al., 2023. The impact of country of schooling and gender on secondary school students' conceptions of and interest in becoming an engineer in Ireland, Kenya and Sweden. *International Journal of STEM education*, 10(1), pp. 1-25.
- Cunningham, C., et al., 2006. Elementary teachers' understandings of engineering and technology. *In 2006 Annual Conference & Exposition, Chicago, United States*, pp. 11-528.
- Faulkner, B., Earl, K. & Herman, G., 2019. Mathematical maturity for engineering students. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, Volumen 5, pp. 97-128.

González-Martín, A. S., Gueude, G., Barquero, B. & Romo-Vázquez, A., 2021. Mathematics and other disciplines, and the role of modelling: Advances and challenges. *Research and development in university mathematics education*, pp. 169-189.

Hammack, R., et al., 2020. Elementary teachers' mental images of engineers at work. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 10(2), p. 3.

Harris, D. et al., 2015. Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching?. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(3), pp. 321-336.

Knight, M. & Cunningham, C., 2005. Draw an engineer test (DAET): Development of a tool to investigate students' ideas about engineers and engineering. In *ASEE annual conference and exposition (Vol. 19)*, Boston, United States.

Lampley, S. A. et al., 2022. Understanding the conceptions of engineering in early elementary students. *Education Sciences*, 12(1), p. 43.

Luo, W. W. M., 2022. Elementary students' perceptions of STEM professionals. *International Journal of Technology and Design Education*, pp. 1-20.

Lyon, J. A. & Magana, A. J., 2020. A review of mathematical modeling in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 36(1), pp. 101-116.

Moore, T. J. y otros, 2014. A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of pre-college engineering education research (J-PEER)*, 4(1), p. 2.

Piaget, J. & Inhelder, B., 2008. *The Psychology Of The Child*. Séptima ed. s.l.:Basic Books.

Pleasant, J. & Olson, J. K., 2019. What is engineering? Elaborating the nature of engineering for K-12 education. *Science Education*, 103(1), pp. 145-166.

Pleasant, J., 2021. Development and Validation of a Survey Instrument Targeting Teachers' Perceptions of the Scope of Engineering. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 11(2), p. 4.

Schoenfeld, A. H., 2016. Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics (Reprint). *Journal of education*, 196(2), pp. 1-38.

Thatcher, W. & Meyer, H., 2017. Identifying initial conceptions of engineering and teaching engineering. *Education Sciences*, 7(4), p. 88.

Van Dyken, J., Benson, L. & Gerard, P., 2015. Persistence in engineering: does initial mathematics course matter?. In *2015 ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, United States*, pp. 26-1225.

Willcox, K. & Bounova, G., 2004. Mathematics in engineering: Identifying, enhancing, and linking the implicit mathematics curriculum. In *2004 Annual Conference, Salt Lake City, United States*, pp. 9-896.

Zavala, G., Dominguez, A., Millan, A. C. & Gonzalez, M., 2015. Students' perception of relevance of physics and mathematics in engineering majors. In *2015 ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, United States*, pp. 26-1435.

Zavala, G. & Dominguez, A., 2016. Engineering students' perception of relevance of physics and mathematics. In *2016 ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, United States*.

ANEXO A – Cuestionario SOES adaptado y su clasificación

ID	Item	Clasificación tipo profesion	Clasificación matemática
SP1	Mejorar la página web que utilizan los colegios para entregar material a los alumnos	Análisis tecnológico	Ninguno
SP2	Planificar y diseñar el proyecto de un edificio de viviendas de 12 pisos	Diseño y desarrollo tecnológico	Modelación
SP3	Calcular la fuerza necesaria para mover un auto	Ciencias naturales	Aritmética
SP4	Estudiar sobre cómo las abejas extraen la miel	Ciencias naturales	Ninguno
SP5	Desarrollar el presupuesto para la importación de ropa desde china	Administración y negocios	Aritmética
SP6	Calcular los impuestos que debe pagar una tienda de juguetes extranjera.	Administración y negocios	Aritmética
SP7	Investigar sobre cuál es el medio de transporte que más utilizan las personas	Análisis tecnológico	Modelación
SP8	Encontrar una forma de reducir los tiempos de entrega de las compras de una tienda online	Diseño y desarrollo tecnológico	Modelación
SP9	Elegir el mecanismo de financiamiento más conveniente para un proyecto	Administración y negocios	Aritmética
SP10	Arreglar un teléfono en mal estado	Técnico	Ninguno
SP11	Diseñar un logo para una nueva marca de chocolates	No tecnológico	Ninguno
SP12	Escribir un artículo sobre un teléfono nuevo	No tecnológico	Ninguno
SP13	Realizar la mantención de un auto	Técnico	Ninguno
SP14	Armar un computador siguiendo un manual	Técnico	Ninguno
SP15	Desarrollar la aplicación de celular de un banco	Diseño y desarrollo tecnológico	Modelación
SP16	Observar la actividad de los terremotos para determinar sus causas	Ciencias naturales	Modelación
SP17	Gestionar el equipo de ventas de una empresa de telecomunicaciones	Administración y negocios	Ninguno
SP18	Conocer sobre el impacto medioambiental que genera el plástico en el mar	Análisis tecnológico	Modelación
SP19	Analizar el comportamiento de los productos más vendidos de un supermercado	Análisis tecnológico	Aritmética