



METODOLOGÍA STEM: BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE SU IMPLEMENTACION EN ASIGNATURAS DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA.

Bastián Ales, Universidad de La Frontera, bastian.ales@ufrontera.cl

Felipe Alarcón, Universidad de La Frontera, felipe.alarcon@ufrontera.cl

María-José Castilla, Universidad de La Frontera, mariajose.castilla@ufrontera.cl

RESUMEN

En este trabajo se presenta el análisis de la experiencia de aplicación de metodología STEM en una asignatura de primer año de ingeniería en la Universidad de La Frontera, utilizando actividades basadas en el diseño y análisis del comportamiento de un cañón propulsado por vinagre y bicarbonato. Las actividades propuestas consideran estudio de conceptos, construcción de prototipos y el uso de software (Tracker y Excel), acompañado de *Design Thinking* como metodología de trabajo en el diseño. Sobre esta experiencia se realiza un análisis del cumplimiento de desempeños de los estudiantes, acompañado por grupo focal de estudiantes y un grupo focal con los docentes, ya que la asignatura es colegiada, donde se analiza la implementación de la metodología, también se realiza una entrevista con el académico que diseñó las actividades, con el fin de identificar los objetivos a lograr al usar la metodología STEM. Se estudia la pertinencia de la actividad junto a los beneficios, limitaciones y dificultades de su ejecución. Los hallazgos muestran fortalezas en la identificación e integración de las STEM y de variables relevantes, así como debilidades en la comparación teórico-experimental, junto con resultados dispersos en el uso de software. Se concluye la pertinencia de la metodología STEM para articular teoría, práctica y comunicación técnica en etapas iniciales.

PALABRAS CLAVE: STEM, Educación en Ingeniería, Modelo matemático.

INTRODUCCIÓN

Maturana (2020) estableció bases biológicas que buscan explicar como la realidad humana se co-construye en la conversación, siendo el conocimiento una creación conjunta del individuo y su entorno. Esta idea pone sobre la mesa un concepto cuyas consecuencias llevan siendo analizadas un largo tiempo. Diversos autores han sostenido que tanto el lenguaje como la tecnología median la relación del ser humano con su entorno, que aquello que podemos nombrar y las herramientas que empleamos orientan qué vemos, cómo razonamos y qué consideramos que está a nuestro alcance resolver (McLuhan, 1964; Vygotsky, 1978). De ahí la famosa frase: “cuando la única herramienta de la que disponemos es un martillo, resulta tentador tratar todo como si fuese un clavo” (Maslow, 1966), en base a esto, no es descabellado decir que los conceptos y los instrumentos que introducimos en aula moldean los problemas que los estudiantes son capaces de percibir y abordar.

Por otro lado, múltiples definiciones de ingeniería tienen en común el uso de conceptos como conocimiento científico, aplicación iterativa, modificación del entorno y creación de servicios y



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

productos que las personas desean (RAE, 2025; Shaw, 2001; Smith, 2025; UNESCO & ICEE, 2021). Así, se puede establecer que el ejercicio de la ingeniería es la aplicación iterativa de modelos matemáticos atingentes que busca contribuir a la mejora de las condiciones materiales del entorno.

Sin embargo, se ha observado que el desarrollo de modelos matemáticos en cursos de ingeniería presenta obstáculos de carácter epistemológico, cognitivo, didáctico (Brousseau, 1976) y comunicativo (Plaza Gálvez, 2016). Esto genera estudiantes que carecen de estrategias para construir o aplicar modelos matemáticos correctamente, lo cual limita su aprendizaje efectivo (Lyon & Magana, 2020). Es decir, se presenta un círculo vicioso que afecta directamente el desarrollo de talento en ingeniería. Junto con esto, no se puede establecer con claridad que la situación haya cambiado, debido a que las investigaciones de enseñanza STEM relacionadas con matemáticas y tecnología se desarrollan en menor cantidad que las referidas a ciencia e ingeniería (Chiu et al., 2025).

Aún frente a estas dificultades, existen estudios que entregan estrategias para mejorar el aprendizaje. Entre ellas, la metodología STEM. Este enfoque destaca debido a que fomenta habilidades esenciales del siglo XXI, tanto técnicas como genéricas (Terzieva et al., 2024). Se basa en un enfoque constructivista y multidisciplinario que integra ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para aplicar principios a problemas del mundo real (Özkan et al., 2024). Esta perspectiva fomenta las experiencias interdisciplinarias y prácticas (Bybee, 2010; Chiu et al., 2025) aumentando la efectividad educativa (Dominguez et al., 2024). Junto a ello se debe tener en cuenta el establecimiento de la necesidad de preparar conceptos antes de llevarlos a la práctica (Plaza Gálvez, 2016).

Sobre este marco, en el presente artículo se expone una experiencia desarrollada en la Universidad de La Frontera, en el marco de la unidad “STEM” perteneciente asignatura de Ingeniería y Sociedad. El objetivo es que los estudiantes identifiquen como las STEM están presentes dentro de un proyecto de diseño en ingeniería. Para esto, se utiliza el proceso de creación y posterior análisis del comportamiento de un cañón propulsado por vinagre y bicarbonato. Se utilizan distintas herramientas, como la aproximación epistemológica al concepto de “Modelo matemático”; la integración de tecnología (softwares Excel y Tracker) al análisis del comportamiento del proyectil lanzado y; exposición de resultados y comparación de la teoría matemática versus datos reales.

ANTECEDENTES GENERALES

Ingeniería y Sociedad (ING050), es una asignatura perteneciente a la Línea Integradora de Formación en Ingeniería y Ciencias (LIFIC), línea formativa de 10 semestres que busca desarrollar las competencias de Innovación, Diseño y Responsabilidad Social, siendo ING050 la primera asignatura de esta línea, la cual compete a todas las Ingenierías Civiles de la Universidad de La Frontera, la cual se imparte de manera colegiada por 7 docentes, teniendo cada año alrededor de 560 estudiantes, agrupados en módulos de alrededor de 30 estudiantes. En el marco de esta asignatura se desarrolla la unidad STEM la cual se realiza en 7 semanas, donde los estudiantes, trabajando en equipos de 4-5 personas, deben resolver un desafío dado, utilizando la metodología STEM.



METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Para el análisis del uso de la metodología STEM, se efectuó un caso de estudio, donde el académico a cargo de la asignatura en conjunto con los otros 6 docentes LIFIC, desarrollaron las actividades, aplicando una rúbrica de evaluación de desempeños respecto del trabajo realizado por los estudiantes. Posterior a ello, el equipo de investigación realizó una serie de grupos focales con un total de 33 estudiantes que participaron en las actividades STEM. Se llevó a cabo también una entrevista con el académico a cargo de la asignatura y un grupo focal con los docentes que guiaron las actividades.

La rúbrica se diseñó considerando los desempeños observables que tributan a los resultados de aprendizaje de la asignatura. Con ella se identifican fortalezas y debilidades vinculados al cumplimiento de los desempeños.

Los grupos focales, aplicados a los estudiantes, tienen por finalidad la evaluación de la metodología utilizada en la actividad y su pertinencia para estudiantes de primer año de ingeniería.

La entrevista con el académico, tiene como propósito identificar los objetivos que se buscaban lograr al usar la metodología STEM, las limitaciones y consideraciones que se presupuestaban antes de la implementación, el grupo focal con los docentes, consistió en un análisis de la experiencia de los docente en la implementación de la metodología, con objeto de identificar limitaciones, dificultades y beneficios en la aplicación de la metodología STEM en la práctica a estudiantes de primer año de Ingeniería.

CASO DE ESTUDIO

El caso presentado corresponde a la unidad de STEM, desarrollada en el marco de la asignatura ING050. Esta asignatura tiene 4 resultados de aprendizaje, sin embargo, en este caso se busca el cumplimiento de los siguientes:

RA1: Aplicar metodologías de innovación para resolver desafíos STEM de baja complejidad.

RA2: Utilizar las estrategias de desafíos para identificar el aporte de las STEM en la resolución de problemas de la sociedad.

Para el desarrollo de este caso se utilizó la metodología STEM en donde participaron 558 estudiantes ($n = 558$) de primer semestre de las 12 Ingenierías Civiles de la Universidad de La Frontera, donde cada grupo fue evaluado por al menos 1 de los 7 docentes de la asignatura. De los estudiantes que rindieron la actividad se seleccionaron 33 estudiantes para participar en los grupos focales, teniendo en cuenta las siguientes restricciones, que hayan rendido por primera vez la asignatura, que no tuvieran estudios universitarios previos y que hayan participado en la totalidad de las actividades.

Descripción de las actividades

La unidad STEM es un recorrido por las 4 componentes de esta misma en 7 semanas. Se comienza con una descripción de éstas y se busca que los estudiantes sean capaces de identificar cómo las STEM afectan cualquier proyecto o producto en el área de ingeniería, esto se puede visualizar en la **Figura 1** donde se muestra el diagrama de planificación de las actividades. Posterior a esto, se presenta el desafío: crear un cañón de reacción ácido-base (vinagre y



bicarbonato) a partir de una botella de 500ml. Los estudiantes debían comenzar con bosquejos de su cañón, para luego construirlo con materiales básicos, como palos de helado, palos de brocheta, elásticos y silicona. Estos materiales son entregados en forma limitada por los docentes.

Se comienza con Ciencia (S) y Matemática (M), donde se manipulan conceptos estudiados en la enseñanza media, los cuales son necesarios para el diseño del cañón del desafío. Comenzando con el análisis de las ciencias, física mecánica, relacionados con MRU y MRUA, estudio de química, en la reacción ácido-base, que provoca la mezcla de vinagre-bicarbonato y la ley de los gases ideales. En matemáticas se trabajan las funciones cuadráticas para que los estudiantes sean capaces de asociar el movimiento a un modelo matemático que describa la trayectoria de su proyectil. Junto con lo anterior, se realiza el reconocimiento de las variables correspondientes a su modelo y cómo estas afectan en el resultado del lanzamiento.

En el uso de tecnología (T), los estudiantes deben utilizar un software de seguimiento de trayectorias (*Tracker: Video Analysis and modeling tool*), el cual es capaz de entregar, bajo ciertas condiciones, la trayectoria real del proyectil en el tiempo y espacio bidimensional.

La Ingeniería (E) es trabajada mediante el estudio de metodologías de innovación, haciendo énfasis en el “*Design Thinking*”, método que guía todo el proyecto, enfocándose en el diseño e iteraciones de prueba y error, en la fabricación de su cañón. Entonces, no solo es necesario aprender las 5 etapas de éste, si no que los estudiantes debieron aplicarlas y analizar cómo se relacionan entre ellas en el desarrollo del proyecto, siendo este un punto de partida para las asignaturas posteriores.

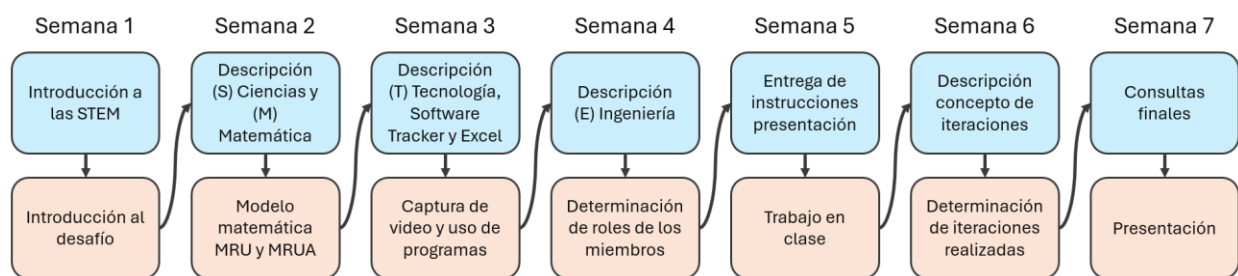


Figura 1: Diagrama de planificación de actividades.

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados de la implementación de la metodología STEM, en estudiantes de Ingenierías Civiles de primer semestre desde 3 perspectivas: el análisis de cumplimiento de logro de desempeños desde la mirada de los expertos (docentes), la percepción de los estudiantes de la pertinencia de la metodología en primer año y el análisis de la implementación de la metodología STEM.

Los resultados expuestos en este trabajo se obtuvieron a partir del análisis del desempeño de los estudiantes a través de la rúbrica, las respuestas entregadas en el grupo focal aplicado a los estudiantes, las respuestas del grupo focal realizado con los docentes que implementaron la actividad y la entrevista con el académico que diseñó las actividades.



Análisis de desempeños

El análisis de desempeños se extrae de la rúbrica de evaluación de la unidad, la cual contempló 13 criterios, de los cuales 9 se relacionan a la dimensión teórico-analítica de la actividad, cada uno de estos criterios se describe en la Tabla 2. Se utilizó una escala de 0 a 3, determinados por el logro del desempeño [donde: 0 = el trabajo no presenta lo solicitado y 3 = se observa plenamente el logro del descriptor].

Tabla 1: Descripción y simbología de los desempeños evaluados

Desempeño a evaluar	Descripción	Simbología
STEM: identificar área	Identifican correctamente el área y subárea correspondiente a cada letra de STEM. Se establece una relación directa con el desafío.	STEM_1
STEM: relacionar con su proyecto	Describen cómo cada elemento STEM contribuye directamente a resolver el desafío. La descripción incluye al menos un argumento por elemento.	STEM_2
Identificación de variables	Enumeran al menos cinco variables que influyen en los lanzamientos y explican su impacto en el resultado.	IDV
Modelo matemático: análisis teórico	Indican los valores de las variables que son relevantes en los lanzamientos. Estas permiten conocer las condiciones iniciales que modelan matemáticamente el desafío.	MM_1
Modelo matemático: análisis práctico	Presentan y explican el modelo matemático mediante los datos medidos experimentalmente, los datos obtenidos del video de <i>Tracker</i> y el uso del <i>Excel</i> . Este modelo incluye todas las fórmulas utilizadas para obtener la representación del tipo de movimiento que se realiza en sus respectivos lanzamientos, para alcanzar el objetivo establecido en el desafío.	MM_2
Modelo matemático: comparación teórica y práctica	Entregan un gráfico unificado que compara los datos de <i>Tracker</i> y <i>Excel</i> . Describen con precisión la coincidencia o diferencia entre ambos.	MM_3
Uso de software	Incorporan gráficos, tablas y datos relevantes generados en ambos programas (<i>Tracker</i> y <i>Excel</i>). Se evidencia su uso efectivo.	UDP
Elaboración de conclusiones	Entregan un resumen claro de los resultados relevantes del desafío. Además, se integra una reflexión sobre su proceso de aprendizaje (qué aprendieron, dificultades enfrentadas y/o cómo las resolvieron) y proponen una mejora razonada de su prototipo.	Conclusiones
Ronda de preguntas	Responden todas las preguntas con claridad, demostrando dominio del desafío, seguridad y coherencia. Cada respuesta complementa la exposición original.	RDP

Fuente: Elaboración propia

El resumen de resultados obtenidos se puede observar en la **Figura 2**, donde se expone la distribución porcentual de puntajes obtenidos en cada desempeño evaluado.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

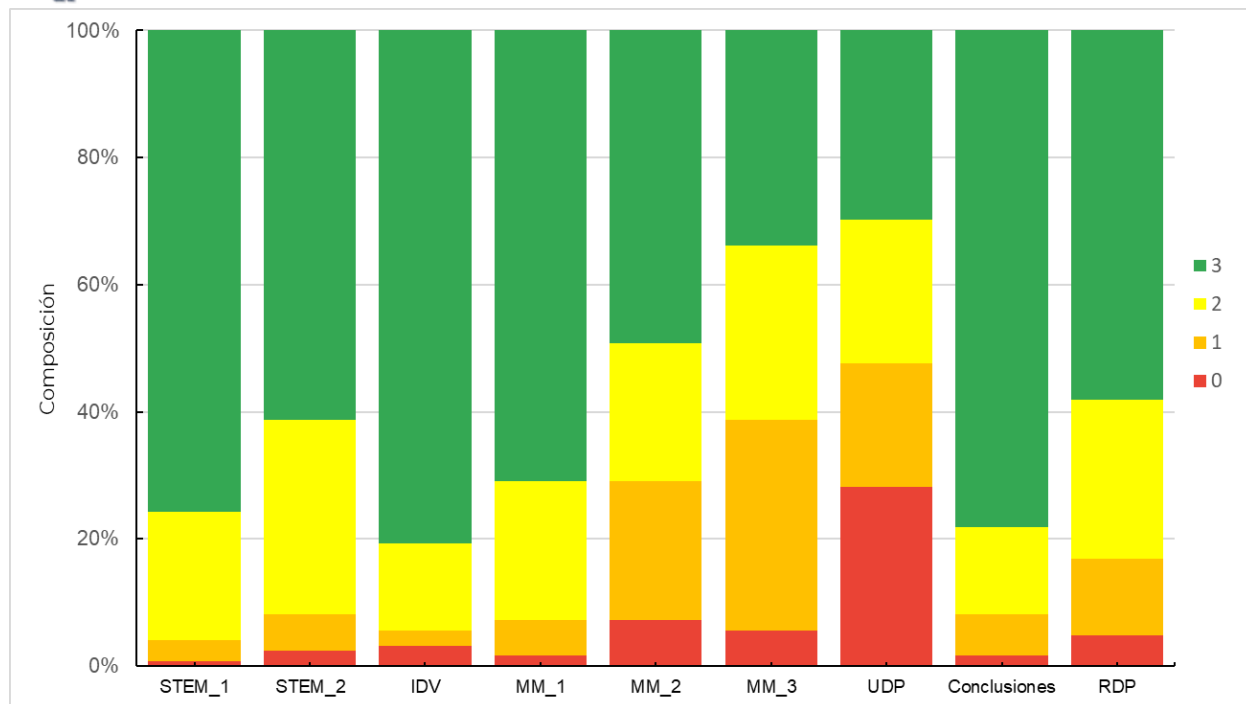


Figura 2: Resultados de cada elemento evaluado.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el análisis de los resultados de cada desempeño evaluado:

STEM_1 y **STEM_2**, se tiene un puntaje medio de 2.71 y 2.51 respectivamente. Donde se puede observar que la mayoría de los grupos son capaces de reconocer y conectar correctamente cada una de las áreas y sub-áreas STEM con el proyecto. Además, los estudiantes tienen la capacidad de establecer como cada área STEM aporta a la solución. Sin embargo, existe un margen para profundizar en la argumentación.

IDV, los estudiantes logran un puntaje medio de 2.64. Se identifica que la mayoría de los estudiantes son capaces de reconocer las variables clave y el impacto que tienen en el proyecto.

MM_1, el puntaje medio es de 2.13. Un 49% de los estudiantes logra el máximo nivel, siendo capaces de identificar con claridad cuáles son los valores de las condiciones iniciales y las variables más importantes. Sin embargo, un gran porcentaje presenta deficiencias al medir o justificar el uso de ciertos valores.

MM2_2, en este desempeño el puntaje medio es de 1.90. En este caso, la distribución es dispersa 33.9%, 27.4% y 38.7% en 3, 2, 1-0 puntos respectivamente. El principal problema se produce al integrar los datos de distintas fuentes (mediciones y Excel) en los distintos modelos matemáticos solicitados.

MM_3, aquí el puntaje medio corresponde a 1.54. Este desempeño se identifica como la principal debilidad, con alrededor de un 48% de los grupos obteniendo 1 punto o menos. El principal motivo de esto es que no se realiza una comparación entre la curva teórica y real. Se puede deducir una falta de capacidades técnicas, especialmente en el uso de Excel y en la comprensión del concepto estudiado.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

UDP, se visualiza un puntaje medio de 2.38. Este desempeño también indica heterogeneidad en las capacidades técnicas. Es decir, los estudiantes son capaces de evidenciar un uso de los softwares utilizados, pero no logran aplicarlos directamente a su trabajo.

Conclusiones, se obtiene un puntaje medio de 2.09. Donde se observa que casi un 80% de los grupos obtienen al menos 2 puntos. Predomina la descripción del proyecto sin proponer mejoras concretas al desarrollo de la actividad ni establecer con claridad la pertinencia y apego de su modelo matemático a la trayectoria real del proyectil.

RDP, el puntaje medio obtenido es de 2.28. Se observa un buen desempeño en el momento de exponer los resultados sin embargo existe una falta de capacidad de elaboración conceptual al momento de responder preguntas.

Análisis de pertinencia por parte de los estudiantes

A partir de la información obtenida de los grupos focales, donde se trabajaron 2 temáticas: dificultades, limitaciones y beneficios de la aplicación de la metodología y, por otra parte, la pertinencia y relación que sostiene la actividad con otras asignaturas del nivel.

De las respuestas entregadas por los estudiantes, la gran mayoría (>73%) no había tenido un acercamiento a las STEM previamente, los que si, señalaron que fueron actividades fuera del currículo (9%) o que habían sido actividades teóricas de menor escala que la realizada (18%).

Dentro de las limitaciones y dificultades que abordaron los estudiantes, en su mayoría sostuvieron que sintieron que sus conocimientos previos no eran suficientes para abordar el desafío (>75%), señalando que sentían serias deficiencias en física y química, esto debido a factores como la pandemia y selección de electivos científicos en enseñanza media. El estudiante E12 afirma *“Los contenidos relacionados con esto del cañón... se pasaron en años de pandemia y además de las dificultades que implicaba esto, ... las clases fueron online [en enseñanza media]”*.

Otra dificultad señalada por los estudiantes fue adaptarse al uso de softwares especializados, *Tracker* y *Excel*, ya que señalaron que no lograban comprender el funcionamiento del software, como lo señala la estudiante E25: *“Estuve muchas horas intentando hacerlo [utilizar el software Tracker], y no tenía ni idea y veía los videos y aun así no sabía cómo [usarlo]... tuve que recurrir a más personas que me ayudaran”*.

La última dificultad identificada por los estudiantes correspondió al trabajo en equipo, en este caso hubo opiniones divididas ya que algunos señalaban que tuvieron una buena experiencia, otros sostenían que tuvieron problemas de organización y comunicación.

Respecto a los beneficios, los estudiantes señalaron que fue una experiencia grata el llevar a la práctica lo visto en lo teórico, ya que no habían tenido experiencias de este tipo, por otro lado, sostenían que la actividad los llevó a trabajar en equipo e integrar conocimientos de varias asignaturas, como señala el estudiante E3: *“Se necesita saber de todas [STEM] para llegar a un proyecto final...hay que tener conocimiento de cualquier tipo de ciencias... se necesita estudiar mucho, no solo a lo que se quiere llegar, sino como todo el alrededor [refiriéndose al uso de tecnología y matemáticas]”*.

Respecto a la pertinencia de la metodología STEM, todos los estudiantes señalaron que les parece pertinente la metodología en una asignatura de primer año, señalando que de preferencia fuera una actividad de cierre de semestre y no al comienzo, debido al reforzamiento contenidos



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025

PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL

Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

de enseñanza media impartidos en otras asignaturas de Nivel 1. Se destaca que el trabajo en equipo desarrollado es importante para su inserción universitaria, así como que la administración de recursos limitados y el uso de tecnología son claves en su desarrollo como ingenieros, esto se reafirma con lo señalado por la estudiante E3: *“Las STEM son una buena guía de ruta... el ramo era acercarnos a lo que vinimos [estudiar ingeniería], esto se escapa de la teoría...para tomarle el encanto a la ingeniería”*.

Análisis del diseño de las actividades

De la entrevista con el académico a cargo de las actividades se pueden desprender las siguientes observaciones:

El principal objetivo del uso de la metodología STEM era introducir el concepto de modelo matemático dentro del proceso de diseño en ingeniería, desarrollando actividades que aumentaran la motivación de los estudiantes. Otro objetivo, corresponde a que los estudiantes vean el desarrollo STEM de manera holística, analizando como se integra cada componente dentro de un proyecto multidisciplinario. Por otra parte, la asignatura en general busca desarrollar el trabajo colaborativo, fortaleciendo roles designados por los mismos estudiantes.

Se tenía en consideración ciertas limitaciones como: los recursos necesarios para la realización del proyecto; condiciones climáticas adversas y la falta de conocimiento en ciertos softwares. Además, se consideró que los contenidos a utilizar para el desarrollo de la actividad se encontrasen dentro del currículo de enseñanza media.

Análisis de la implementación

Al analizar el grupo focal realizado a los docentes de la asignatura se destaca lo siguiente:

Se presentan limitaciones a la hora de abordar la implementación de la actividad, como lo son los recursos, espacios y condiciones climáticas, los cuales fueron abordados tomando en cuenta ciertas restricciones (los recursos fueron provistos por la universidad, pero el bicarbonato y vinagre debía ser adquirido por cada grupo), los espacios utilizados fueron las áreas verdes de la universidad y debido a las condiciones climáticas se desarrollaron las actividades entre los meses de marzo y abril (verano-otoño).

Se identificaron dificultades, como la falta de conocimientos por parte de los estudiantes tanto, en física, química como en matemáticas. Los docentes señalaron que los estudiantes presentaban dificultades para realizar operaciones matemáticas que contemplaran uso de trigonometría, además de presentar deficiencias en el estudio de la mecánica (MRU-MRUA) y la aplicación de las leyes de los gases ideales. Debido a esto, la consideración realizada sobre conocimientos que los estudiantes debieron adquirir durante su enseñanza media terminó siendo una limitación al trabajo. Por otra parte, los docentes comentaron que los estudiantes presentaron dificultades a la hora de trabajar en equipo, especialmente en las áreas de comunicación y organización.

Los docentes señalan que existen beneficios de la implementación de la metodología STEM, como que los estudiantes fueron capaces de integrar conocimientos de diversas áreas. Las actividades fortalecieron el trabajo colaborativo entre estudiantes, destacando que los grupos en donde se establecieron roles de liderazgo obtuvieron un mejor desempeño. Con respecto a la



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

motivación en los estudiantes, algunos docentes señalaron que hubo una alta motivación en especial en el desarrollo de las actividades prácticas, pero a la hora de tener que generar modelos matemáticos, la motivación disminuyó.

Los docentes señalaron que actividades así permite cambiar la perspectiva de la educación universitaria, llevando al estudiante ser el protagonista de las actividades, además de que les permite fortalecer los conocimientos STEM.

CONCLUSIONES

En este trabajo se desarrolló un análisis a partir del punto de vista del diseño, implementación y pertinencia de la metodología STEM. Considerando las opiniones de estudiantes y docentes.

Se identificaron debilidades y limitaciones, tanto de los estudiantes como de la implementación de la metodología STEM. Estudiantes y docentes coinciden en que las mayores dificultades se presentaron al momento de aplicar los conocimientos de matemáticas y física al contexto real. De hecho, el desempeño más deficiente fue el correspondiente a modelo matemático. Se observa que los estudiantes tienen la capacidad de establecer las variables críticas que influyen en la trayectoria del proyectil, sin embargo, en muchos casos no logran una comprensión cabal del contenido que permita: primero, determinar y fundamentar la pertinencia de sus modelos matemáticos a la realidad y; segundo, realizar una visualización y comparación entre los resultados prácticos y teóricos. Este último punto habla especialmente de la necesidad de hacer hincapié en conceptos básicos, como “modelo matemático”.

Otro punto en que coinciden los estudiantes y docentes es en la dificultad presentada al momento de utilizar los softwares, tanto para obtener datos como para generar comparaciones.

Por otro lado, en un punto dispar, los estudiantes señalan dificultades al momento de realizar el trabajo en equipo por motivos organizacionales. Mientras que los docentes expresan la percepción de que el trabajo permite a los estudiantes fortalecer el trabajo colaborativo, donde los equipos con un líder claro obtuvieron mejores resultados.

Por otro lado, se confirma que la aplicación de la metodología STEM tiene beneficios tanto a nivel de motivación de los estudiantes al enfrentarse a desafíos teórico-prácticos como a nivel de desarrollo de competencias genéricas. Los desempeños mejor evaluados fueron los ligados a identificación e integración de las STEM, así como al reconocimiento de las variables críticas del fenómeno estudiado. Con los beneficios nombrados se evidencia el logro de los objetivos establecidos en el diseño de la actividad.

Además, se corrobora que resulta pertinente la implementación de la metodología STEM; en asignaturas de primer año de acuerdo no solo con la percepción de los estudiantes y docentes, sino también con el cumplimiento de los desempeños evaluados.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los estudiantes que plantearon la idea de esta actividad: Ignacio Millán y Daniel Miranda. Así como al equipo LIFIC que brindó su tiempo para las consultas necesarias.



REFERENCIAS

- Brousseau, G. (1976). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. In W. Vanhamme & J. Vanhamme (Eds.), *La problématique et l'enseignement de la mathématique. Comptes rendus de la XXVIIIe rencontre organisée par la Commission Internationale pour l'Étude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques* (pp. 101–117).
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? In *Science* (Vol. 329, Issue 5995, p. 996). <https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Chiu, T. K. F., Li, Y., Ding, M., Hallström, J., & Koretsky, M. D. (2025). A decade of research contributions and emerging trends in the International Journal of STEM Education. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 12, Issue 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00533-7>
- Dominguez, A., De la Garza, J., Quezada-Espinoza, M., & Zavala, G. (2024). Integration of Physics and Mathematics in STEM Education: Use of Modeling. *Education Sciences*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/educsci14010020>
- Lyon, J. A., & Magana, A. J. (2020). *A Review of Mathematical Modeling in Engineering Education**.
- Maslow, A. H. (1966). *The Psychology of Science: A Reconnaissance*. Harper & Row.
- Maturana, H. (2020). *El sentido de lo humano*. Paidós.
- McLuhan, M. (1964). *Understanding Media: The Extensions of Man*. McGraw-Hill.
- Özkan, C., Çepni, S., Maratkyzy, N., Arslan, T. V., & Durak, S. (2024). A new perspective on STEM education: The possible contributions of architectural education. *Journal of Turkish Science Education*, 21(3), 599–619. <https://doi.org/10.36681/tused.2024.032>
- Plaza Gálvez, L. (2016). Obstáculos presentes en modelación matemática. Caso ecuaciones diferenciales en la formación de ingenieros. *Revista Científica*, 25, 176–187. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.25.a1>
- RAE. (2025, August 17). *Ingeniería*, *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed. <https://dle.rae.es/Ingenier%C3%ADa>.
- Shaw, M. C. (2001). 1 - What Engineers Do. In M. C. Shaw (Ed.), *Engineering Problem Solving* (pp. 1–10). William Andrew Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-081551447-3.50002-9>
- Smith, R. (2025, August 17). *Ingeniería*. <https://www.britannica.com/technology/engineering>.
- Terzieva, V., Paunova-Hubenova, E., & Slavcheva, S. (2024). Trends, Challenges, Opportunities, and Innovations in STEM Education. *IFAC-PapersOnLine*, 58(3), 106–111. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.07.134>
- UNESCO, & ICEE. (2021). *Ingeniería para el desarrollo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375634_spa
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press.