



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

Del aula al espacio aprendizaje activo de ingeniería y ciencias espaciales en educación media con hardware accesible y simulación operativa

Miguel Valdebenito Chávez, Universidad del Biobío, miguel.valdebenito2501@alumnos.ubiobio.cl

Roberto Aedo García, Universidad de Biobío, raedogar@ubiobio.cl

Catalina Valenzuela-Núñez, Universidad de Biobío, cvalenzuelan@ubiobio.cl

RESUMEN

Se presenta un enfoque para la enseñanza de ciencias espaciales en escuelas, que utiliza talleres IDESAT que combinan hardware accesible con la simulación operativa de un satélite educativo. El plan incluye una fase teórica corta, enfocada en subsistemas clave, seguida de una fase práctica integral que orienta hacia el ensamblaje, desmontaje, diagnóstico y funcionamiento utilizando telemetría educativa. Esta iniciativa fue implementada en más de diez grupos, involucrando aproximadamente a ciento cincuenta estudiantes de educación media en colegios asociados. La valoración cualitativa abarcó listas de verificación, rúbricas de evaluación, entrevistas breves y registros de facilitación. Los hallazgos indican mejoras en la identificación y comprensión operativa de subsistemas, la adopción de protocolos de seguridad, la interpretación de datos y el razonamiento causal en la toma de decisiones, además de un aumento en el interés manifestado por carreras STEM y robótica. La validación por parte de los docentes que acompañaron el proceso respalda su relevancia en el currículo y su viabilidad logística. Entre las limitaciones se mencionan la variedad en la infraestructura y la falta de mediciones cuantitativas antes y después de la intervención. Se proponen fases futuras con herramientas validadas y un seguimiento a largo plazo para evaluar la magnitud y la sostenibilidad del impacto.

PALABRAS CLAVE: Nanosatélites educativos, aprendizaje activo, ingeniería escolar, telemetría educativa.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de ciencias espaciales en contexto escolar implica transformar sistemas complicados en experiencias seguras, medibles y de bajo costo. Las investigaciones indican que los métodos de aprendizaje activo son más efectivos que la enseñanza tradicional en términos de rendimiento y retención en asignaturas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), sobre todo cuando los estudiantes interactúan con objetos y toman decisiones basadas en datos (Freeman et al., 2014; Prince, 2004; Chi y Wylie, 2014). En este sentido, los estudios mencionan la consideración de metas transferibles y en evaluaciones formativas que se alinean con el desempeño observable en actividades de ingeniería, favoreciendo la comprensión de sistemas y del desarrollo de la metacognición (Wiggins y McTighe, 2005; NGSS Lead States, 2013; National Research Council, 2012).

Por lo tanto, se propone una metodología educativa fundamentada en los talleres IDESAT, que combinan una breve etapa teórica con una intensa fase práctica, utilizando equipos que son fáciles de conseguir. Esto se caracteriza por ser una serie de elementos de bajo costo y una alta



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

disponibilidad, donde se pueden llevar a cabo tareas de medición, de registro y de comunicación en un entorno local. Durante la etapa práctica se estructuran estaciones que imitan el montaje y el funcionamiento de un satélite educativo, a través de actividades de ensamblaje, desame, diagnóstico y toma de decisiones basadas en datos de telemetría educativa.

En consecuencia, el flujo de información que proviene de los sensores y del estado del sistema, los estudiantes pueden comprobar hipótesis y realizar acciones; donde la veracidad de las actividades junto con una historia organizada en torno a una misión, permite integrar sistemas de física, electrónica y programación de prácticas propias de la ingeniería, usando una plataforma inspirada en el mundo de los nanosatélites. La modularidad y estandarización de este método promueven el aprendizaje gradual y su posibilidad de replicarse en diversos entornos educativos (Bouwmeester y Guo, 2010; Kolb, 1984).

La problemática que se trata en esta propuesta es la disparidad que existe en los contenidos educativos de ciencias y la experiencia real de trabajar con sistemas complejos, teniendo en cuenta criterios de calidad y seguridad. Esta propuesta de intervención plantea una estructura enfocada en objetivos por competencias, una secuencia didáctica que asigna roles técnicos, así como listas de verificación, rúbricas para la evaluación y procedimientos de aseguramiento de calidad adaptados al ámbito escolar. El principal aporte consiste en una metodología que se puede replicar, que combina principios de aprendizaje activo, evaluación formativa y autenticidad en las tareas, junto con directrices para su implementación y estrategias para la reducción de riesgos en el entorno pedagógico.

Marco Teórico y Metodología

La propuesta se basa en el aprendizaje participativo, que implica una participación mental que supera la recepción pasiva de contenidos y que ha demostrado estar relacionada de manera constante con mejoras en el rendimiento de áreas STEM (Freeman et al., 2014; Prince, 2004). Se utiliza el modelo ICAP, que categoriza el compromiso cognitivo en cuatro niveles: pasivo, activo, constructivo e interactivo, y que sugiere que el aprendizaje más efectivo es cuando los estudiantes crean, explican y debaten en vez de solo escuchar o manipular (Chi y Wylie, 2014). Este enfoque se complementa con el aprendizaje a través de experiencias, donde la experiencia directa, la reflexión, la conceptualización general y la práctica activa forman un ciclo de facilita la transferencia del conocimiento y su uso en situaciones reales de ingeniería (Kolb, 1984; National Research Council, 2012). La organización curricular se organiza en base a objetivos enfocados en el rendimiento y evaluaciones formativas apropiadas, de manera que se alinean las evidencias de logro con tareas auténticas propias de proyectos de ingeniería (Wiggins y McTighe, 2005; Prince y Felder, 2006).

El uso de hardware accesible se entiende como la elección consciente de partes económicas y de fácil obtención, capaces de llevar a cabo tareas de medición, registro y comunicación dentro del ámbito educativo. Varios estudios han mostrado que la inclusión de robótica y kits educativos puede influir favorablemente en la motivación de los alumnos y en la adquisición de competencias



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

para resolver problemas, especialmente cuando se acompaña de guías de diseño y sistemas de evaluación (Benitti, 2012). En este sentido, se utiliza el término de “telemetría educativa”, que hace referencia al flujo de información que se origina de sensores y del estado del sistema, que los estudiantes analizan para generar hipótesis y tomar decisiones basadas en datos. Esta metodología aporta autenticidad a las tareas, además de que también establece una conexión entre la medición y los principios de la física, los cuales son elementos distintivos en el aprendizaje centrado en el diseño de ingeniería (Dym et al., 2005; Hmelo-Silver et al., 2007).

La idea central toma como referencia el mundo de los nanosatélites, usándolos como base tanto para la tecnología como para la enseñanza, aprovechando su diseño uniforme y de la posibilidad de separar sus partes en módulos. Esto permite simplificar la dificultad, transformándola en etapas graduales donde se unen elementos, se comprueba su funcionamiento y se simulan operaciones (Bouwmeester y Guo, 2010). Dentro de esta idea, se añade la ingeniería inversa como un método de enseñanza, entendiéndose como el estudio organizado de un sistema ya creado para descubrir cómo está hecho y cómo funciona. Esto ayuda a aprender y a garantizar que todo funcione bien, lo que ayuda a desarrollar el pensamiento sistémico y la trazabilidad de los procesos técnicos. Además, se tienen en cuenta las características del colegio, incluyendo prácticas seguras en el laboratorio; incluyendo controlar la electricidad estática, usar voltajes bajos y seguir procedimientos con listas de control, las cuales han demostrado ser importantes para que el aprendizaje sea eficaz en entornos donde se experimenta (Hofstein y Lunetta, 2004).

Metodología

Se utilizó un enfoque cualitativo descriptivo para analizar la comprensión, el rendimiento observable y la motivación de los estudiantes ante una intervención educativa que empleaba hardware accesible y simulación práctica. Se dio prioridad a la validez en el contexto real y a la triangulación de fuentes para garantizar la fiabilidad y seguimiento de la información (Lincoln et al., 1985). La intervención se llevó a cabo en más de diez grupos compuestos por aproximadamente 150 estudiantes de educación secundaria en instituciones colaboradoras, elegidos a través de un muestreo intencionado en función de la disponibilidad y la adecuación al currículo. Las sesiones se realizaron en talleres equipados con estaciones para programación y comprobación eléctrica, con el acompañamiento de docentes y se llevaron a cabo con las aprobaciones institucionales y los consentimientos informados correspondientes para actividades educativas no invasivas.

La secuencia de enseñanza fue diseñada en siete etapas conectadas, cada una con metas claras de logro y seguridad. En un primer paso, se llevó a cabo la preparación de los docentes y se garantizó la calidad mediante la revisión de materiales, pruebas funcionales de kits y la evaluación de guías junto a listas de chequeo. En un segundo paso, se explicó la teoría fundamental relacionada con misión, plataforma, carga útil, energía, comunicación y datos, acompañada de un glosario básico. En tercer lugar, se implementaron medidas de seguridad enfocadas en el control básico de electricidad estática, uso de voltajes limitados y la documentación de incidentes. En un cuarto paso, se trabajó en la integración gradual de módulos, lo cual incluyó la verificación



de polaridad y continuidad, asignación de pines y pruebas de subsistemas. En un quinto paso, se presentó la programación y telemetría educativa mediante la carga de firmware, configuración de muestreo, registro local y visualización de tramas para respaldar decisiones operativas. En sexto lugar, se utilizó la ingeniería inversa a través de un desarme guiado, examinación de la arquitectura y de funciones, detección de fallas y reensamble con un enfoque en la trazabilidad. Por último, se realizó un cierre reflexivo con una discusión guiada, creación de una bitácora y sugerencias de mejora. Esto fomenta un fuerte compromiso cognitivo, la producción de artefactos intermedios y explicaciones justificadas, en conjunto con el marco ICAP (Chi et al., 2014) y la enseñanza basada en diseño de ingeniería (Dym et al., 2005).

En la Figura 1, se ilustra, de manera simplificada, los elementos clave de la metodología utilizada en la investigación. En primer lugar, se presenta el enfoque cualitativo, seguido por la intervención con equipos accesibles y simulaciones. Posteriormente, se muestran las siete fases de enseñanza que organizan el proceso de instrucción. A continuación, se resalta la recolección de datos a través de listas de verificación, rúbricas, entrevistas y diarios de actividad, junto con el análisis temático, que busca identificar patrones y categorías. Por último, se presentan los indicadores cualitativos establecidos para evaluar la comprensión de subsistemas, la seguridad, el uso de telemetría y el interés en carreras STEM.

Figura 1. Diagrama metodología aplicada.



La recopilación de datos utilizó diversos instrumentos que se complementaban entre sí. Se utilizó un lista de verificación por estación que contemplaba cuatro niveles de logro en seguridad, procedimientos, diagnósticos y uso de información; una rúbrica que evaluó la comprensión de subsistemas en función de su identificación, actividades y relaciones; entrevistas breves al finalizar cada jornada con un esquema semiestructurado enfocado en la comprensión, la utilidad percibida y la motivación hacia STEM; y un diario del facilitador que documentó eventos importantes, tiempos de ciclo y observaciones acerca del flujo de trabajo. Los observadores que habían sido capacitados completaron las listas y rúbricas en tiempo real, mientras que las entrevistas se realizaron en grupos pequeños y se registraron con notas detalladas. El diario se



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

elaboró al finalizar cada sesión. Todos los datos fueron anonimizados y asignados con identificadores irreversibles para mantener la privacidad.

El análisis de los datos se realizó a través de una codificación temática mixta. Se desarrolló un marco deductivo inicial basado en el modelo ICAP, el diseño en ingeniería y los objetivos de la intervención, permitiendo también la inclusión de categorías inductivas que surgieron del conjunto de datos. La triangulación entre listas de verificación, rúbricas, entrevistas y diarios aumentó la confiabilidad de los resultados. Además, se aplicó una doble codificación en una submuestra que resolvió por consenso y se creó una matriz de casos por criterio para comparar patrones entre diferentes grupos.

La integridad metodológica se mantuvo a través de una descripción detallada del entorno para facilitar la transferencia, la documentación clara de elecciones analíticas para asegurar la coherencia y la organización sistemática de pruebas con un seguimiento de códigos para garantizar la verificabilidad, alineándose con las pautas de la investigación naturalista (Lincoln et al., 1985). En lo que respecta a la ética y la seguridad, se implementaron estrategias para garantizar el anonimato y la confidencialidad, se evitó la realización de intervenciones invasivas, se minimizó el estrés laboral, se tomaron precauciones contra cortocircuitos y se aplicaron procedimientos de manipulación segura que se documentaron mediante listas de verificación, en línea con las mejores prácticas en laboratorios escolares (Hofstein et al., 2004).

Se definieron como indicadores cualitativos esperados: descripciones precisas sobre la función y conexiones entre subsistemas; la realización de procedimientos de seguridad y calidad observables en el montaje y desmontaje; el uso efectivo de la telemetría educativa para desarrollar hipótesis, analizar gráficas y fundamentar decisiones operativas; y el interés manifestado en trayectorias STEM, evidenciado por el deseo de seguir en campos como la robótica y la manufactura digital.

RESULTADOS

La actividad llegó a más de diez grupos que incluían alrededor de ciento cincuenta alumnos de educación secundaria en instituciones de Concepción, Chillán y Curicó, contando con el respaldo de diversas cohortes de la Embajada de Estados Unidos en Chile. Cada encuentro, que tuvo una duración aproximada de dos horas, fue documentado mediante fichas que registraron el contexto, incluyendo el tamaño del grupo, la infraestructura y el apoyo docente. El taller comenzó con una breve introducción sobre los hitos en la exploración espacial, abarcando desde el uso temprano de cohetes en China durante conflictos con los mongoles hasta el lanzamiento de Sputnik 1 en 1957 y Explorer 1 en 1958, resaltando su importancia para la educación científica en las escuelas (NASA, 2019; NASA JPL, s. f.). Para la parte visual, se empleó SOS Explorer, una herramienta educativa de NOAA, que facilitó la explicación de órbitas, coberturas y fenómenos geofísicos en un globo virtual antes de pasar a la fase práctica (NOAA, s. f.).



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

En la actividad práctica, los estudiantes tuvieron la oportunidad de examinar un nanosatélite educativo completamente ensamblado, llevaron a cabo un proceso de desmantelamiento bajo supervisión enfocándose en la ingeniería inversa y luego realizaron el ensamblaje en grupos, debatiendo sobre la forma más eficaz de hacerlo. Se utilizó una variedad de sensores, incluyendo los de temperatura, presión, GPS, así como una cámara y una unidad inercial que consta de un acelerómetro y un giroscopio. La telemetría se logró capturar de manera local y se analizaron las tramas para poder interpretar las variaciones en iluminación y temperatura, los efectos relacionados con la orientación y los cambios en los ejes. En cuanto al uso de la cámara, se hicieron ajustes de enfoque y se tomaron autorretratos para comprobar el proceso de adquisición, almacenaje y recuperación de imágenes. La interacción con paneles solares ayudó a entender cómo se lleva a cabo la transferencia de energía y a estimar las aplicaciones que requieren poca potencia. Este proceso vinculó fenómenos físicos con el rendimiento del sistema embebido a través de pruebas y ajustes justificados con datos, un rasgo distintivo del diseño en ingeniería.

El desempeño observable mejoró desde un enfoque asistido hacia un sistema semiautónomo durante el día. El cambio de funciones entre integrador, verificador y operador ayudó a disminuir cuellos de botella y aumentó la claridad en las decisiones técnicas. Las listas de verificación mostraron avances en la integración de módulos, la verificación eléctrica y el diagnóstico básico, en línea con ambientes de aprendizaje activo y apoyo explícito en STEM (Freeman et al., 2014; Hmelo-Silver, Duncan y Chinn, 2007). Además, la comprensión de los subsistemas se consolidó: al final, la mayoría de los estudiantes pudo identificar las funciones y relaciones entre energía, sensado, almacenamiento y comunicaciones, y explicó de manera propia el proceso de datos desde los sensores hasta su registro y visualización, de acuerdo con el marco ICAP, que destaca la narración, la creación de artefactos intermedios y el debate enfocado (Chi y Wylie, 2014).

En el ámbito de la seguridad, se notó una disminución en los casos de polaridad invertida y desconexiones inapropiadas tras mejorar el control electrostático, limitar la tensión y utilizar listas de verificación. Los incidentes menores, que fueron registrados sin repercusiones técnicas, proporcionaron información valiosa para perfeccionar las guías y la formación de los docentes, alineándose con las buenas prácticas en laboratorios escolares (Hofstein y Lunetta, 2004). Además, se creó una guía para identificar componentes, que incluye láminas a escala real, nomenclatura y símbolos, así como un mapeo de pines y rutas de prueba por subsistema, integrada en las áreas de trabajo. Esta guía ayudó a reducir las dudas frecuentes, aumentó la capacidad para localizar y manejar piezas y facilitó la identificación temprana de errores de polaridad y asignación, en consonancia con el aprendizaje guiado en la resolución de problemas (Hmelo-Silver, Duncan y Chinn, 2007).

Emergió, además, una dinámica de innovación y apropiación. Los grupos otorgaron nombres a cada satélite basándose en el color más destacado del kit y utilizaron esta codificación de colores para definir roles y funcionalidades, diferenciando equipos enfocados en energía, carga útil o comunicación, y marcando las campañas de prueba de luz y sombra. Esta estrategia visual facilitó la colaboración entre subgrupos, la trazabilidad de los objetos y un mayor sentido de pertenencia,



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

lo que elevó la motivación y el compromiso en actividades que implicaban kits estructurados y criterios bien definidos (Benitti, 2012).

El último bloque se centró en preguntas relacionadas con la vocación. El enfoque se dirigió hacia trayectorias educativas en ingeniería aeroespacial, electrónica, informática y mecatrónica, así como las competencias básicas recomendadas como física, cálculo, programación, electrónica básica, diseño asistido por computadora, impresión 3D, seguridad en el laboratorio y redacción técnica. También se conversó sobre la creación de un portafolio que incluya bitácoras e informes, además de la relevancia del inglés técnico. La percepción expresada fue de una mayor claridad acerca de las oportunidades de inserción y las prioridades de aprendizaje para acercarse al sector espacial y a los sistemas embebidos, alineándose con enfoques que articulan desempeño visible y evaluación formativa (Wiggins y McTighe, 2005). Los comentarios de los docentes resaltaron la relevancia curricular, la viabilidad logística y la motivación que aporta la narrativa de la misión.

Finalmente, se reconocen limitaciones vinculadas a la naturaleza cualitativa de los hallazgos, la variedad de contextos y la falta de mediciones antes y después, así como de seguimiento a largo plazo. La próxima fase incluye la aplicación de instrumentos validados para evaluar comprensión conceptual y motivación, la calibración de rúbricas entre observadores y un diseño cuasiexperimental con grupos intactos.

CONCLUSIONES

La metodología que se ha presentado puede ser utilizada en entornos educativos con recursos limitados, ya que combina una teoría breve con una práctica intensiva, utilizando hardware que es accesible y la simulación del funcionamiento de un satélite educativo. La fusión de montaje, ingeniería inversa, reensamblaje y aplicación de telemetría educativa facilitó la comprensión práctica de los subsistemas, el razonamiento basado en datos y la implementación de protocolos de seguridad. Estos resultados cualitativos se alinean con modelos de aprendizaje activo y un alto grado de implicación cognitiva, especialmente cuando la tarea exige claridad en la explicación y la creación de artefactos intermedios (Freeman et al., 2014; Chi y Wylie, 2014).

La guía para identificar componentes y el uso de listas de verificación por cada estación disminuyeron los errores, aumentaron la independencia y perfeccionaron la trazabilidad del trabajo técnico. La utilización de códigos de colores y la designación de los equipos fomentaron una colaboración más efectiva y un sentido de pertenencia más fuerte, lo que elevó la motivación y el compromiso continuo. La alternancia de funciones facilitó el paso de la ejecución con asistencia a la semi-autonomía en una misma sesión, con pruebas observacionales de avance en la integración, la verificación y el diagnóstico.

El segmento de asesoramiento profesional proporcionó una mejor comprensión sobre las rutas educativas relacionadas con la ingeniería aeroespacial, electrónica, informática y mecatrónica. La conexión entre trabajos reales y el desarrollo profesional fortaleció la relevancia del currículo que notaron tanto alumnos como maestros. Además, la evaluación favorable de la viabilidad



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

logística y del enfoque de misión apoya la inclusión del taller como herramienta de enseñanza en ciencias e ingeniería en el ámbito educativo.

El análisis muestra algunas restricciones. Los datos recogidos son de tipo cualitativo, están influenciados por el contexto y se limitan a encuentros de dos horas por grupo. No se utilizaron herramientas cuantitativas antes y después ni se llevó a cabo un seguimiento a largo plazo. Por otra parte, la ejecución necesita de expertos para facilitar y una infraestructura básica, lo cual podría limitar su adaptación en lugares con recursos más escasos.

Entre las sugerencias de mejora planteadas se encuentran: la adición de herramientas comprobadas para evaluar la comprensión conceptual y la motivación antes y después de la intervención; la calibración conjunta de rúbricas a través de guías de referencia y ejemplos; la ampliación del tiempo de práctica para profundizar en comunicaciones más amplias y el control de la orientación; la formulación de un programa breve de preparación para docentes con microcredenciales y un banco de métricas de referencia para análisis comparativos; y el desarrollo de estrategias inclusivas para entornos con menos acceso a equipos, como kits de simple complejidad y secuencias de trabajo desconectadas con registros diferidos.

La contribución principal de este estudio se encuentra en un enfoque de enseñanza bien documentado que emplea nanosatélites educativos para enseñar temas físicos y de ingeniería a estudiantes escolares. Este enfoque combina la seguridad, la calidad y la evaluación continua con tareas genuinas y datos verídicos. La fase siguiente incluye la ejecución de un diseño cuasi experimental con grupos que permanecen sin cambios y un plan de expansión que garantice la calidad y facilite su adopción sostenida en instituciones con diferentes contextos educativos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las instituciones escolares colaboradoras de Concepción, Chillán y Curicó por facilitar espacios, tiempos de clase, permisos y apoyo logístico para la ejecución de los workshops. Se reconoce el patrocinio y soporte de la Embajada de Estados Unidos en Chile, que fortaleció la convocatoria y la articulación con los establecimientos. Se valora el trabajo de docentes acompañantes, equipos directivos, encargados de laboratorio y TIC, cuyo compromiso permitió mantener estándares de seguridad y calidad durante las sesiones.

Se agradece a las y los estudiantes participantes por su disposición, curiosidad y disciplina de trabajo. Al equipo IDESAT por el desarrollo y la mantención de los kits educativos y por las mejoras derivadas de las iteraciones en terreno. A los monitores y facilitadores por la preparación de material, la conducción de estaciones y el registro sistemático de observaciones.

Se agradece y se deja constancia del uso de recursos educativos de acceso abierto provistos por SOS Explorer de NOAA y de materiales históricos y técnicos disponibles en repositorios de NASA y JPL, que sirvieron para contextualizar conceptos y visualizaciones en la fase teórica del taller.



REFERENCIAS

1. Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
2. Bouwmeester, J., y Guo, J. (2010). Survey of worldwide pico- and nanosatellite missions, distributions and subsystem technology. *Acta Astronautica*, 67(7–8), 854–862. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2010.06.004>
3. Chi, M. T. H., y Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
4. Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., y Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103–120. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x>
5. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in STEM. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
6. Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., y Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
7. Hofstein, A., y Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
8. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall. (Ficha del libro) <https://books.google.com/books?id=zXruAAAAMAAJ> (Recuperado el 08-sep-2025)
9. Lincoln, Y. S., y Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE. (Página editorial) <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/naturalistic-inquiry/book842> (Recuperado el 08-sep-2025)
10. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (s. f.). *SOS Explorer®*. <https://sos.noaa.gov/sos-explorer/> (Recuperado el 08-sep-2025)
11. National Research Council. (2012). *Discipline-Based Education Research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13362>
12. NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
13. NASA. (s. f.). *Sputnik and the Dawn of the Space Age*. History Office. <https://www.nasa.gov/history/sputnik/index.html> (Recuperado el 08-sep-2025)
14. NASA Jet Propulsion Laboratory. (s. f.). *Explorer 1*. <https://www.jpl.nasa.gov/missions/explorer-1/> (Recuperado el 08-sep-2025)



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

15. Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
16. Prince, M. J., y Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>
17. Wiggins, G., y McTighe, J. (2005). *Understanding by design* (2.^a ed.). ASCD. (Página oficial) <https://www.ascd.org/books/understanding-by-design-expanded-2nd-edition>
(Recuperado el 08-sep-2025)