

INTEGRACIÓN ABPROY Y CDIO PARA FORTALECER APRENDIZAJES EN INGENIERÍA DE PRIMER AÑO

Daniela Aguilera, Universidad Técnica Federico Santa María, daniela.aguilera@usm.cl

RESUMEN

Este artículo examina cómo la combinación de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABProy) y el enfoque CDIO (Concebir–Diseñar–Implementar–Operar) potencia el aprendizaje en cursos de primer año de ingeniería. Se presenta la experiencia del curso Proyecto Inicial (UTFSM, 2025-I), impartido en dos paralelos (50 y 51 estudiantes; total 101), con sprints, criterios públicos, ejemplos anotados y retroalimentación constante, culminando en un “Duelo de Pitch” con jurado externo. Los resultados muestran alta participación y cumplimiento de hitos, proyectos alineados con ODS y validación auténtica. Las encuestas finales evidenciaron evaluación global 4,0 en ambos paralelos, aprendizaje percibido 6,6/7 y recomendación de 96–100%, destacando la cercanía docente y el clima de respeto. Se discuten mecanismos pedagógicos (trazabilidad del aprendizaje y orquestación docente) y se proponen recomendaciones para escalar: sprints CDIO con rúbricas compartidas, plantillas que visibilicen decisiones, tutorías programadas y fortalecimiento de la vinculación externa. Se identifican limitaciones (ausencia de grupo control y posible efecto instructor) y se sugieren líneas de investigación con analítica por sprint y seguimiento longitudinal de cohortes.

PALABRAS CLAVE: Educación en ingeniería; Aprendizaje basado en proyectos; Currículo; Evaluación educativa; Motivación de los estudiantes

1. INTRODUCCIÓN

En el primer año de ingeniería se definen hábitos de estudio, modos de colaboración y comprensión inicial de la profesión; por ello, integrar metodologías activas con arquitecturas curriculares puede incidir decisivamente en motivación y desempeño. En este marco, el curso Proyecto Inicial (UTFSM, 2025-I; n=101) combinó ABProy y CDIO con una orquestación docente cercana.

La pregunta que se aborda en el presente documento es ¿Cómo se combinan ABProy y CDIO para mejorar la experiencia y los resultados de aprendizaje en un curso de primer año en ingeniería, y qué papel cumple la presencia y orquestación del equipo docente?

El artículo posee un enfoque de estudio descriptivo-analítico que formula hipótesis (H1: ABProy+CDIO clarifica expectativas y trazabilidad; H2: presencia docente eleva participación y calidad), analiza datos del curso (Syllabus, planificación semanal, guías y rúbricas del trabajo integrador, actas, coevaluaciones y autoevaluaciones, registros del “Duelo de Pitch”) y contrasta con literatura especializada.

Se documenta una primera sistematización institucional de la combinación ABProy–CDIO en un curso de entrada de gran matrícula, mapeando microdiseño (sprints, rúbricas, ejemplos, feedback) con resultados CDIO y explicitando la orquestación docente como variable pedagógica.

Se ofrece un modelo replicable para cursos iniciales (paquete implementable: cronograma, herramientas, rúbricas y evento público), aporta evidencia situada en Chile sobre aprendizajes, motivación y calidad de productos, y dialoga con la literatura internacional sobre experiencias tempranas diseño-implementación.

Estructura: tras esta introducción, se presenta el Marco Teórico (ABProy, CDIO, complementariedad, evaluación auténtica y rol docente); luego, el Desarrollo de la experiencia (semanas 1–14, sprints y herramientas); Resultados (cuantitativos y cualitativos, con tablas y figura); Discusión (contraste con literatura e implicancias); y Conclusiones (respuesta a la RQ, lecciones y recomendaciones).

2. MARCO TEÓRICO

El diseño de experiencias de aprendizaje en ingeniería requiere integrar enfoques que respondan a los desafíos de un entorno complejo, global y cambiante. En este sentido, el ABProy y el enfoque CDIO han sido reconocidos como marcos que permiten desarrollar competencias técnicas y transversales desde los primeros años de formación universitaria.

2.1. ABPROY EN PRIMER AÑO DE INGENIERÍA

El ABProy organiza el aprendizaje en torno a proyectos auténticos con resultados verificables —prototipos, informes, presentaciones— que integran saberes y habilidades en contextos reales o simulados (Hernández-de-Menéndez et al., 2019). Esta metodología incrementa motivación y compromiso al otorgar propósito claro y contextualizado (Hernández-de-Menéndez et al., 2019). En cursos iniciales, su efectividad mejora cuando el diseño instruccional secuencia ciclos breves con objetivos definidos, retroalimentación frecuente y colaboración (Ramírez de Dampierre et al., 2024). La evidencia internacional del aprendizaje activo muestra efectos positivos en rendimiento y retención en STEM (Prince & Felder, 2006; Freeman et al., 2014).

2.2. CDIO COMO ARQUITECTURA DE ENTRADA

CDIO provee una arquitectura curricular integral que guía la formación desde concebir hasta operar productos y sistemas, articulando experiencias de diseño e implementación (Crawley et al., 2014). La actualización CDIO Syllabus 3.0 explicita resultados técnicos, interpersonales y sistémicos y su progresión en la malla (Malmqvist et al., 2022). Esta estructura permite coordinar asignaturas y asegurar la coherencia del perfil de egreso, especialmente en programas de alta matrícula (Bankel et al., 2003).

2.3. COMPLEMENTARIEDAD ABPROY–CDIO.

ABProy y CDIO son complementarios: ABProy aporta dinamismo, propósito y contacto temprano con la práctica, mientras CDIO asegura la alineación programática con resultados y estándares (Edström & Kolmos, 2014). El diseño temprano en ingeniería potencia pensamiento crítico, creatividad y trabajo en equipo, competencias clave para el desempeño profesional (Dym et al., 2005; Sheppard et al., 2009).

2.4 PRESENCIA DOCENTE Y EVALUACIÓN AUTÉNTICA.

La orquestación docente —sprints claros, criterios públicos, ejemplos anotados y feedback continuo— sostiene la participación y la calidad de los productos (Hattie & Timperley, 2007). La cercanía docente y un clima de respeto y seguridad favorecen la motivación y la cohesión de los equipos (Oakley et al., 2004; Ohland et al., 2012). La evaluación auténtica, que integra proceso y producto, se fortalece con rúbricas bien diseñadas que aumentan claridad de criterios, consistencia y autorregulación del aprendizaje (Jonsson & Svingby, 2007; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

En síntesis, la literatura revisada respalda la hipótesis central: la integración del ABProy y el CDIO en cursos de primer año de ingeniería, acompañada de una orquestación docente cercana y reflexiva, constituye una estrategia potente para desarrollar competencias transversales, fomentar la motivación estudiantil y mejorar la calidad de los proyectos formativos.

3. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

El curso Proyecto Inicial (IWG400) se impartió en el primer semestre de 2025 en Casa Central de la UTFSM a 160 estudiantes de Ingeniería Civil Industrial, el análisis se centrará en el trabajo de dos paralelos (50 y 51; total n=101).

Su diseño instruccional articuló clases expositivas, talleres prácticos, casos, foros, controles y entregables progresivos, guiados por el ciclo CDIO y por el enfoque ABProy.

Semanas 1–4: etapa Concebir: Las sesiones iniciales introdujeron la metodología CDIO y el rol del ingeniero civil industrial en relación con los ODS. Se trabajó la identificación de necesidades y problemas en distintos contextos, utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa, análisis FODA y lluvia de ideas. Los equipos debieron seleccionar un ODS y formular su problema con causas, consecuencias y actores involucrados. El primer entregable fue un pitch audiovisual de 5 minutos, que evidenció la identificación de un problema, análisis del contexto y la formulación de objetivos y criterios de éxito del proyecto.

Semanas 5–8: etapa Diseñar: Con los problemas definidos, se introdujeron herramientas de ideación y análisis comparativo: benchmarking, matriz de decisión y mapa de empatía. Cada equipo generó al menos tres alternativas de solución y justificó su selección en función de criterios técnicos, sociales, económicos y ambientales. El Entregable 2 consistió en un informe breve donde se documentó la comparación y un plan preliminar de implementación.

Semanas 9–12: etapa Implementar: La atención se centró en la construcción de un prototipo conceptual y en la elaboración de un plan operativo. Se aplicaron herramientas de planificación como la carta Gantt, análisis de riesgos, y tablas de recursos humanos, técnicos y financieros. Se reforzó el uso de tablas de respuesta técnica como puente hacia la validación. Además, se incorporó un componente de innovación pedagógica a través de actividades de gamificación, la “Pelota Preguntona”, que promovió preguntas de comprensión y permitió evaluar avances en tiempo real.

Semanas 13–14: etapa Operar: En la fase final, los equipos trabajaron en la validación de sus propuestas mediante simulaciones, encuestas piloto y análisis de impacto potencial. Elaboraron un modelo de negocios y definieron estrategias de sostenibilidad y escalabilidad. El entregable

final integró un informe técnico de hasta 15 páginas y una presentación tipo pitch de 3 minutos. Además, los equipos mejor evaluados tuvieron la oportunidad de defender sus proyectos en el evento de cierre de la asignatura de ambos paralelos, denominado Duelo de Pitch, frente a jurados de Corfo, Engie y la Cumbre de la Minería de Chile, con la asistencia de más de 200 personas.



Figura 1. Duelo de Pitch del curso Proyecto Inicial 2025. Fuente: Registro audiovisual de la asignatura

4. RESULTADOS

La implementación del curso Proyecto Inicial (2025-I) en dos paralelos (50 y 51; total $n=101$), ambos liderados por la misma profesora— arrojó resultados consistentes en participación y desempeño, calidad de proyectos y percepción estudiantil.

Participación y desempeño. Se conformaron 15 equipos que completaron todas las etapas CDIO y los tres sprints ABProy con entregables progresivos (E1–E3) y pitch final. La entrega en plazos y la asistencia se mantuvieron altas a lo largo del semestre, apoyadas por rúbricas públicas, ejemplos anotados y tutorías.

Calidad de los proyectos. Las propuestas se alinearon con ODS (energía, reciclaje, movilidad y servicios comunitarios), aplicando Ishikawa, 5 porqués, FODA, benchmarking y matrices de decisión. En el Duelo de Pitch, los 15 equipos presentaron ante jurado externo (Corfo, Engie, Cumbre de la Minería) con >200 asistentes, obteniendo retroalimentación que confirmó viabilidad, pertinencia y rutas de continuidad.

Percepción estudiantil: Las encuestas finales de evaluación docente (2025-I) aplicadas en los dos paralelos —P7 (50 inscritos, 45 respuestas, 90%) y P3 (51 inscritos, 43 respuestas, 84%)— muestran un alto nivel de satisfacción y consistencia. La Evaluación Global alcanzó 4,0 en ambos, superando los promedios del Departamento (3,7) y del Campus (3,8).

En las tres dimensiones, los resultados fueron igualmente sólidos: Manejo de contenidos y habilidades pedagógicas (3,9 en P7 y 4,0 en P3), Relación profesor–estudiante (4,0 en ambos) y Aspectos formales (3,9 en ambos). Además, el ítem “¿Cuánto aprendiste con este profesor?” obtuvo 6,6/7 en los dos paralelos, muy por encima del promedio institucional (6,0–6,1). La recomendación del curso y de la profesora fue de 96% en P7 y 100% en P3, confirmando la valoración positiva generalizada.

En los comentarios abiertos, el estudiantado describe a la profesora como comprometida, cercana, clara y motivadora, capaz de generar un ambiente de confianza y respeto que favoreció la participación activa y la seguridad para expresar ideas. El curso fue percibido como dinámico, útil y aplicable a la carrera, destacando el aprendizaje en trabajo en equipo, comunicación y gestión de proyectos. Como áreas de mejora, se señalaron la necesidad de ajustar la carga de trabajo y precisar algunos criterios de evaluación en las rúbricas.

En síntesis, las encuestas refuerzan los hallazgos previos: la combinación ABProy + CDIO, junto con una orquestación docente cercana y consistente, no solo elevó la calidad de los productos y la participación, sino que también consolidó un clima formativo positivo, altamente valorado por los estudiantes.

5. DISCUSIÓN

Los hallazgos confirman la hipótesis central (H1): la combinación ABProy + CDIO clarifica expectativas y hace trazable el aprendizaje en primer año. La secuencia de sprints con criterios públicos y ejemplos anotados, alineada a resultados CDIO, permitió que ambos paralelos (≈ 101 estudiantes en total) progresaran de manera sostenida hasta completar el ciclo concebir–diseñar–implementar–operar. Este patrón es coherente con la literatura que atribuye al aprendizaje activo y a las experiencias tempranas de diseño–implementación mejoras en rendimiento, retención y sentido de propósito en ingeniería. Asimismo, el Duelo de Pitch operó como catalizador motivacional y filtro de calidad: la presencia de jurado externo y público amplio elevó estándares y aportó validación auténtica de las propuestas.

Respecto de la hipótesis (H2), la evidencia apoya que la presencia y cercanía del equipo docente actúa como palanca pedagógica: planificación explícita, tutorías, retroalimentación frecuente y un clima de respeto y confianza se asociaron con alta asistencia, cumplimiento de hitos y evaluaciones estudiantiles favorables (global 4,0; “aprendizaje con el profesor” 6,6/7; alta recomendación). En términos de mecanismos, la orquestación reduce la ambigüedad de tarea, sincroniza expectativas dentro de los equipos y promueve la autorregulación, elementos ampliamente señalados como determinantes del desempeño en cursos masivos de primer año.

Un aporte específico de esta experiencia es mostrar cómo articular el microdiseño ABProy (plantillas de problema, matrices de decisión, tablas de respuesta técnica, ejemplos anotados) con la arquitectura CDIO (resultados y progresión), de manera que las evidencias sean comparables entre secciones y a lo largo del semestre. Este “acoplamiento fino” explica la consistencia inter-paralelo observada, aun con temas y equipos distintos, y sugiere condiciones de transferibilidad a otros cursos de iniciación.

Limitaciones, alcances y próximos pasos. Este estudio es observacional y descriptivo; aunque la consistencia entre dos paralelos (50 y 51; total n=101) con la misma profesora reduce la variabilidad de implementación, también introduce un posible “efecto instructor” que limita la generalización. No se contó con grupo control ni con asignación aleatoria entre condiciones; por ello, no es posible atribuir causalmente los resultados solo a la combinación ABProy + CDIO. Las encuestas —con tasas de respuesta altas— recogen percepciones y pueden incurrir en sesgos de deseabilidad; además, varios indicadores se encuentran agregados a nivel de equipo, lo que dificulta modelar el aporte individual. La evidencia de desempeño proviene de actas y rúbricas del curso; sin embargo, se requiere mayor desagregación por competencia (técnicas, comunicacionales, colaboración) y trazabilidad de decisiones dentro de cada sprint. Finalmente, el carácter monositio (UTFSM, Casa Central) acota la validez externa a contextos institucionales similares.

Con estas precauciones, los alcances del trabajo son claros: documenta un paquete implementable (sprints, criterios públicos, plantillas, ejemplos anotados, tutorías y evento público) y ofrece evidencia situada de que la orquestación docente se asocia a alta participación, cumplimiento de hitos y productos de calidad en primer año.

Próximos pasos (plan de mejora e investigación):

1. Diseño quasi-experimental. Comparar secciones con y sin el paquete ABProy+CDIO-orquestación, y/o dictadas por distintos docentes, manteniendo syllabus y evaluaciones equivalentes.
2. Analítica por sprint. Instrumentar las plantillas (definición de problema, matrices de decisión, tablas de respuesta técnica) para capturar marcas de tiempo, número y calidad de iteraciones, comentarios de feedback y subpuntajes de rúbrica por competencia; incluir coevaluación estructurada y registro de tutorías (asistencia, temas, duración).
3. Seguimiento longitudinal. Vincular cohortes con: (i) rendimiento en cursos posteriores (diseño, proyectos, investigación de operaciones), (ii) continuidad de proyectos (concursos, prototipos, vinculación externa), y (iii) indicadores de empleabilidad temprana y participación en innovación.
4. Triangulación externa. Estandarizar rúbricas del jurado en el Duelo de Pitch y contrastarlas con las internas; incorporar mentores del medio para validar pertinencia y escalabilidad.
5. Refinamientos operativos. Aumentar la especificidad de rúbricas, ajustar gestión del tiempo en aula y formalizar ventanas de consulta en ayudantías.

Este itinerario permite pasar de una asociación robusta a evidencia comparativa y, finalmente, a indicadores longitudinales que consoliden la transferencia del modelo a otros cursos y contextos.

6. CONCLUSIONES

La evidencia de dos paralelos (50 y 51; total n=101) indica que la combinación ABProy + CDIO mejora la experiencia y los resultados en primer año: clarifica expectativas, ordena el trabajo por sprints y hace trazable el progreso desde concebir hasta operar. A la vez, la orquestación docente —presencia cercana, planificación explícita, rúbricas públicas, ejemplos anotados y retroalimentación frecuente— actúa como palanca pedagógica: sostiene la participación, reduce ambigüedad y eleva la calidad de los productos intermedios y finales.

En coherencia con lo anterior, los equipos completaron el ciclo CDIO, cumplieron hitos en plazo y presentaron en un Duelo de Pitch con jurado externo y >200 asistentes, instancia que operó como validación auténtica. De igual modo, las encuestas finales evidenciaron alta satisfacción, valoración del aprendizaje con la profesora y una amplia recomendación del curso, lo que refuerza el rol del clima de respeto y confianza.

De este modo, el curso aporta un modelo replicable para asignaturas de entrada: sprints CDIO, herramientas de toma de decisiones (Ishikawa, benchmarking, matrices), tablas de respuesta técnica y un evento público que eleva estándares y pertinencia. En consecuencia, para escalar la experiencia se sugiere institucionalizar sprints con rúbricas compartidas, mantener plantillas y ejemplos anotados que hagan visible la toma de decisiones, asegurar tutorías programadas y fortalecer la vinculación externa (jurados, mentores, socios del medio).

Con todo, subsisten limitaciones: no hubo grupo control y ambos paralelos fueron conducidos por la misma profesora (posible “efecto instructor”). Por ello, se proyecta avanzar hacia diseños cuasi-experimentales entre secciones, desarrollar analítica por sprint (uso de plantillas, calidad de iteraciones, trazabilidad) y realizar seguimiento longitudinal de cohortes. En síntesis, en el contexto de primer año ABProy aporta autenticidad y propósito, CDIO otorga coherencia y progresión, y la orquestación docente asegura que ambos se traduzcan en aprendizajes significativos, motivación sostenida y productos de mayor calidad.

7. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los estudiantes de los paralelos 3 y 7 de Proyecto Inicial 2025, a los y las ayudantes del curso, a las unidades de apoyo institucional de la UTFSM, y a los profesionales externos que participaron en la evaluación y retroalimentación de los proyectos en el evento final.

8. REFERENCIAS

1. Bankel, J., Berggren, K., Blom, K., Crawley, E. F., Wiklund, I., & Östlund, S. (2003). The CDIO syllabus: A comparative study of expected student proficiency. *European Journal of Engineering Education*, 28(3), 297–315. <https://doi.org/10.1080/0304379031000098274>
2. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Edström, K. (2014). *Rethinking engineering education: The CDIO approach* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05561-9>
3. Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & 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>

4. Edström, K., & Kolmos, A. (2014). PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development. *European Journal of Engineering Education*, 39(5), 539–555. <https://doi.org/10.1080/03043797.2014.895703>
5. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
6. Hernández-de-Menéndez, M., Vallejo Guevara, A., Tudón Martínez, J. C., Hernández Alcántara, D., & Morales-Menéndez, R. (2019). Active learning in engineering education: A review of fundamentals, best practices and experiences. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 13(3), 909–922. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00557-8>
7. Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
8. Jonsson, A., & Svingby, G. (2007). The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences. *Educational Research Review*, 2(2), 130–144. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.05.002>
9. Malmqvist, J., Lundqvist, U., Rosén, A., Edström, K., Gupta, R., Leong, H., Cheah, S. M., Bennedsen, J., Hugo, R., Kamp, A., Leifler, O., Gunnarsson, S., Roslöf, J., & Spooner, D. (2022). The CDIO Syllabus 3.0 – An updated statement of goals. In M. S. Gudjonsdottir, H. Audunsson, A. M. Donoso, G. Kristjansson, I. Saemundsdottir, J. T. Foley, M. Kyas, A. Sripakagorn, J. Roslöf, J. Bennedsen, K. Edström, N. Kuptasthien, & R. Lyng (Eds.), *Proceedings of the 18th International CDIO Conference* (pp. 18–36). Reykjavik University. <https://cdio.org/files/document/file/23.pdf>
10. Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
11. Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R., & Elhadj, I. (2004). Turning student groups into effective teams. *Journal of Student Centered Learning*, 2(1), 9–34. https://www.researchgate.net/publication/242179609_Turning_Student_Groups_into_Effective_Teams
12. Ohland, M. W., Loughry, M. L., Woehr, D. J., Finelli, C. J., Bullard, L. G., Felder, R. M., Layton, R. A., Pomeranz, H. R., & Schmucker, D. G. (2012). The comprehensive assessment of team member effectiveness: Development of a behaviorally anchored rating scale for self- and peer evaluation. *Academy of Management Learning & Education*, 11(4), 609–630. <https://doi.org/10.5465/amle.2010.0177>
13. Prince, M. J., & 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>
14. Ramírez de Dampierre, M., Gaya-López, M. C., & Lara-Bercial, P. J. (2024). Evaluation of the implementation of project-based learning in engineering programs: A review of the literature. *Education Sciences*, 14(10), 1107. <https://doi.org/10.3390/educsci14101107>
15. Sheppard, S. D., Macatangay, K., Colby, A., & Sullivan, W. M. (2009). *Educating engineers: Designing for the future of the field*. Jossey-Bass. <https://eric.ed.gov/?id=ED504076>