

SINERGIA INTERDISCIPLINARIA EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS: CASO DE ESTUDIO SOBRE UNA MÁQUINA DE SANDBLAST

INTERDISCIPLINARY SYNERGY IN ENGINEERING EDUCATION: CASE STUDY ON A SANDBLAST MACHINE

D. I. Gallardo Álvarez¹
J. P. Razón González²
E. G. Vargas Espinoza³

RESUMEN

En el contexto de una sociedad cada vez más interconectada y compleja, el aprendizaje colaborativo emerge como una metodología de educación imprescindible, donde la interacción entre estudiantes se convierte en un pilar fundamental. En este escenario, el trabajo interdisciplinario se presenta como una necesidad imperativa para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje; esta sinergia entre disciplinas busca potenciar una educación integral que prepare a los estudiantes para enfrentar los desafíos multifacéticos del mundo moderno. Este artículo presenta un caso de estudio concreto, enfocado en el impacto positivo de la integración de diversas disciplinas, centrándose en la colaboración entre estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería Electromecánica que participaron en un proyecto conjunto sobre el diseño, manufactura y estudio de factibilidad de comercialización de una máquina de sandblast. Se exploraron los beneficios de esta colaboración, destacando cómo la diversidad de enfoques contribuye a una formación más completa, para ello, se realizó una encuesta para conocer el feedback de los estudiantes y una coevaluación anónima, cuyos resultados muestran que la integración de disciplinas en programas de ingeniería no solo enriquece la experiencia educativa en cuestión técnica, sino que también potencia las habilidades blandas como el trabajo en equipo, comunicación efectiva y capacidad de adaptación, preparando a los futuros profesionales para enfrentar los retos de la industria.

ABSTRACT

In the context of an increasingly interconnected and complex society, collaborative learning emerges as an indispensable educational methodology, where student interaction becomes a fundamental pillar. In this scenario, interdisciplinary work arises as an imperative need to enrich the teaching-learning process; this synergy among disciplines aims to enhance a comprehensive education that prepares students to face the multifaceted challenges of the modern world. This article presents a specific case study focused on the positive impact of integrating various disciplines, with a particular focus on the collaboration between students of Business Management Engineering and Electromechanical Engineering who participated in a joint project on the design, manufacturing, and feasibility study for the commercialization of a sandblast machine. The benefits of this collaboration were explored, highlighting how the diversity of approaches contributes to a more comprehensive education. To achieve this, a survey was conducted to gather student feedback, along with an anonymous co-evaluation. The results show that the integration of disciplines in engineering programs not only enriches the educational experience in technical matters but also enhances soft skills such as teamwork, effective communication, and adaptability, preparing future professionals to face the challenges of the industry.

¹ Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. dennise.ga@irapuato.tecnm.mx

² Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. juan.rg@irapuato.tecnm.mx

³ Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. elizabeth.ve@irapuato.tecnm.mx

ANTECEDENTES

En la actualidad, la educación se enfrenta a desafíos sin precedentes debido a la creciente complejidad y globalización de la sociedad. Hoy en día, el ritmo de vida es de naturaleza acelerada y cambiante: los sectores más importantes de la sociedad se han vuelto cada vez más complejos y, en consecuencia, los problemas sociales requieren de nuevas perspectivas, para su resolución (Pearson Corporate, 2023). En este contexto, el aprendizaje colaborativo ha surgido como una metodología educativa esencial, reconociendo la importancia de la interacción entre estudiantes como un componente fundamental para el desarrollo integral de habilidades y conocimientos.

De acuerdo con Maldonado (2007):

El trabajo colaborativo, en un contexto educativo, constituye un modelo de aprendizaje interactivo, que invita a los estudiantes a construir juntos, para lo cual demanda conjugar esfuerzos, talentos y competencias mediante una serie de transacciones que les permitan lograr las metas establecidas consensuadamente.

Del mismo modo, la colaboración interdisciplinaria también ha cobrado relevancia como respuesta a la necesidad de abordar problemas complejos que requieren una variedad de enfoques y perspectivas. En el campo de la ingeniería, donde la resolución de problemas multifacéticos es una constante, la integración de diversas disciplinas se ha convertido en una herramienta fundamental para preparar a los futuros profesionales para los desafíos del mundo real.

Como se menciona en el libro *Ingeniería México 2030: Escenarios de futuro*:

Las tendencias del mundo global exigen a la ingeniería una participación interdisciplinaria; el escenario deseable para el 2030 advierte y propone evitar el estancamiento al que se expone el país en caso de no realizar lo necesario para cambiar las condiciones y alcanzar este objetivo; se requiere la reestructuración de la oferta educativa focalizando las especialidades en atención a los requerimientos tecno-productivos, empleando las curriculas que sean una mezcla de saberes básicos, generales y especializados, disciplinarios, interdisciplinarios y multidisciplinarios (Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería [ANFEI], 2010).

Sin duda, el trabajo interdisciplinario se ha convertido en una herramienta indispensable para enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje, permitiendo a los estudiantes explorar problemas desde diferentes perspectivas y desarrollar soluciones innovadoras. Esta sinergia entre disciplinas busca preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos multifacéticos de un mundo en constante cambio.

Ante este panorama, surge la pregunta: ¿Cómo puede la colaboración interdisciplinaria entre estudiantes de diferentes carreras de ingeniería mejorar la formación integral de los estudiantes? Este artículo aborda esta pregunta mediante el análisis de un caso de estudio específico que examina los beneficios de la colaboración entre estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería Electromecánica del Tecnológico Nacional de México campus Irapuato, quienes participaron en un proyecto conjunto enfocado al diseño, manufactura y estudio de factibilidad de comercialización de una máquina de sandblast. Con este estudio, se busca identificar y destacar las ventajas de la integración de disciplinas en

programas educativos de ingeniería y su impacto en la preparación de los estudiantes para enfrentar los desafíos multifacéticos de la industria.

A través del análisis de datos recopilados mediante una encuesta y la coevaluación anónima, se pretende ofrecer una comprensión más profunda de la importancia de fomentar el aprendizaje colaborativo y el trabajo interdisciplinario en el ámbito educativo.

METODOLOGÍA

1. Diseño del estudio

Para llevar a cabo este estudio se adoptó un enfoque colaborativo e interdisciplinario que involucrara a estudiantes de octavo semestre de las carreras: Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería Electromecánica. Este proyecto conjunto surge con el propósito de competir en la edición 2023 del concurso InnoVaTecNM, donde los estudiantes de ambas carreras fueron integrados en un equipo interdisciplinario.

InnoVaTecNM - Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico, Investigación e Innovación - es un certamen anual, donde la comunidad académica del Tecnológico Nacional de México (TecNM) presenta proyectos emanados de su inventiva, asentados en la transferencia tecnológica y la comercialización. El propósito es dar respuesta a las necesidades de los sectores estratégicos del país en las áreas: Aeronáutica, Agroindustrial, Automotriz, Energía Verde, Innovación Social Inclusiva, Tecnologías de la Información y Comunicación de la industria 4.0 (Tecnológico Nacional de México, 2022).

2. Selección de participantes

Para la selección de los estudiantes de las carreras antes mencionadas, en enero de 2023, se llevó a cabo el proceso de asignación del proyecto que consideró los siguientes aspectos:

- a. Semestre. Se determinó elegir a estudiantes que debían estar cursando su octavo semestre, con la intención de que el proyecto, además de presentarlo en el concurso InnoVaTecNM, pudiera servirles como modalidad de titulación.
- b. Actividades académicas. Este aspecto fue valorado revisando el historial académico de los candidatos, con el fin de identificar las materias pendientes por cursar para verificar la disponibilidad de tiempo que podrían dedicar al proyecto.
- c. Especialidad. Dado que el proyecto se centra tecnológicamente en el diseño y la manufactura de una máquina de sandblast, a cargo de la carrera Ingeniería Electromecánica, se consideró que la especialidad competente fuera: Diseño y mantenimiento de sistemas electromecánicos. Por otro lado, debido a que el proyecto surge con la intención de participar en un concurso de innovación se determinó que la especialidad adecuada por parte de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial fuera Innovación.

Una vez revisados estos aspectos y considerando las bases del concurso InnoVaTecNM (Tecnológico Nacional de México, 2023), se eligen a cinco estudiantes: tres hombres de la carrera Ingeniería Electromecánica y dos mujeres de la carrera Ingeniería en Gestión Empresarial. Cabe señalar que, los profesores-asesores involucrados en este proyecto y autores de este trabajo, además de pertenecer a estas dos carreras, también forman parte de dos cuerpos académicos diferentes que a lo largo de varios años han colaborado entre sí, lo

que se considera un punto importante para que el trabajo interdisciplinario entre estudiantes también exista.

3. Descripción del proyecto conjunto

El proyecto conjunto se centró en el diseño, manufactura y estudio de factibilidad de comercialización de una máquina de sandblast.

Según Núñez et al. (2022), el nombre “sandblast” o “sandblasting” bien conocido como chorro de arena o arenado, proviene de los vocablos en inglés “sand” que significa arena y “blast” presión, por lo que el término en español hace referencia a la técnica llamada “arena a presión”.

Esta técnica consiste en la limpieza o remoción de materiales de una superficie por la acción de un material abrasivo granulado que es expulsado por una máquina de aire comprimido a través de una boquilla, dentro de la máquina de aire comprimido se mezcla el aire y la arena desplazándola a través de una boquilla de mano para poder dirigir las partículas hacia la superficie que se esté trabajando. El sandblasting es usado usualmente para remover óxido, o cualquier tipo de cobertura de superficies para prepararlas para un recubrimiento, pero no es solamente esa su función, hay muchas más funciones de sandblasting además de lo ya antes mencionado.

El equipo interdisciplinario fue desafiado a integrar sus conocimientos y habilidades para presentar una solución integral e innovadora de una máquina de este tipo que fuera fácil de transportar y tuviera un precio de manufactura inferior a los competidores, sin perder la eficiencia de la técnica

4. Métodos de colaboración

Para el desarrollo del proyecto, se establecieron reuniones regulares entre los estudiantes para discutir el progreso del proyecto, compartir ideas y resolver desafíos. Además, se utilizaron las herramientas de comunicación en línea, Microsoft Teams (como plataforma de colaboración) y el correo electrónico institucional para facilitar la comunicación continua entre los estudiantes.

5. Recopilación de datos

La recopilación de datos para este estudio se realizó a través de una encuesta administrada a los estudiantes y una coevaluación anónima tras finalizar el proyecto.

En la Tabla 1 se muestra dicha encuesta, que incluye preguntas sobre experiencia y beneficios del trabajo en equipos interdisciplinarios, desarrollo e identificación de habilidades específicas e impacto en la motivación comparado con proyectos individuales.

Tabla 1. Cuestionario para estudiantes

No.	Pregunta	Respuestas				
1	¿Habías realizado algún proyecto con estudiantes de otra carrera?	Sí			No	
2	¿Consideras que trabajar en este equipo interdisciplinario ha sido beneficioso para tu aprendizaje?	Sí			No	
3	¿Consideras que trabajar en este equipo interdisciplinario te ha permitido desarrollar habilidades que no habrías adquirido trabajando de manera individual?	Sí			No	
4	¿Qué habilidades crees que has desarrollado gracias a tu participación en este equipo, las cuales no hubieras adquirido trabajando de manera individual?	Lluvia de ideas				
5	¿Qué impacto ha tenido trabajar en este equipo en tu motivación en comparación con proyectos individuales?	Mi motivación ha aumentado significativamente	Mi motivación ha aumentado ligeramente	No he experimentado cambios en mi motivación	Mi motivación ha disminuido ligeramente	Mi motivación ha disminuido significativamente
6	¿Qué tanto recomendarías realizar un proyecto en un equipo interdisciplinario?	Lo recomendaría mucho	Lo recomendaría	Neutral	No lo recomendaría	No lo recomendaría en absoluto

Por su parte, en la Tabla 2 se muestran los reactivos para la coevaluación de estudiantes. Cabe señalar que, estas preguntas fueron formuladas una vez que se contestó la encuesta anterior, para orientarlas a las habilidades que ellos mismos detectaron en la pregunta de la lluvia de ideas.

Tabla 2. Cuestionario para coevaluación de estudiantes

No.	Pregunta	Respuesta				
1	En una escala del 1 al 5, ¿cómo calificarías su habilidad para comunicar ideas propias de su carrera?	1 (Muy baja)	2 (Baja)	3 (Moderada)	4 (Alta)	5 (Muy alta)
2	En una escala del 1 al 5 ¿Cómo calificarías su capacidad de adaptación durante el proyecto?	1 (Muy baja)	2 (Baja)	3 (Moderada)	4 (Alta)	5 (Muy alta)
3	En una escala del 1 al 5 ¿Cómo calificarías su capacidad de investigación durante el proyecto?	1 (Muy baja)	2 (Baja)	3 (Moderada)	4 (Alta)	5 (Muy alta)
4	En una escala del 1 al 5 ¿En qué medida crees que ha contribuido al éxito de este equipo interdisciplinario?	1 (No ha contribuido)	2 (Contribución mínima)	3 (Contribución moderada)	4 (Contribución significativa)	5 (Contribución excepcional)
5	En una escala del 1 al 5 ¿Cómo calificarías su capacidad para gestionar el tiempo y cumplir con los plazos mientras trabajan en equipo?	1 (Muy baja)	2 (Baja)	3 (Moderada)	4 (Alta)	5 (Muy alta)

Como se puede observar, esta segunda encuesta incluye preguntas relacionadas con las habilidades identificadas por los mismos estudiantes en la primera encuesta: comunicación efectiva, capacidad de adaptación, investigación, trabajo en equipo y organización.

6. Análisis de datos

Los datos recopilados fueron analizados utilizando métodos mixtos, que incluyeron análisis cualitativos y cuantitativos de las respuestas de la encuesta realizada a los estudiantes y de la coevaluación hecha al finalizar el proyecto.

RESULTADOS

Los resultados que se han observado con el desarrollo de este proyecto y estudio incitan a mantener una metodología de aprendizaje donde el proceso es integral, colaborativo y, en esencia, interdisciplinario.

En cuestión tecnológica, se logró la manufactura de la máquina de sandblast y la obtención del cuarto lugar a nivel local en el concurso InnovaTecNM en su edición 2023 (Figura 1).

Figura 1. Participación en InnovaTecNM 2023



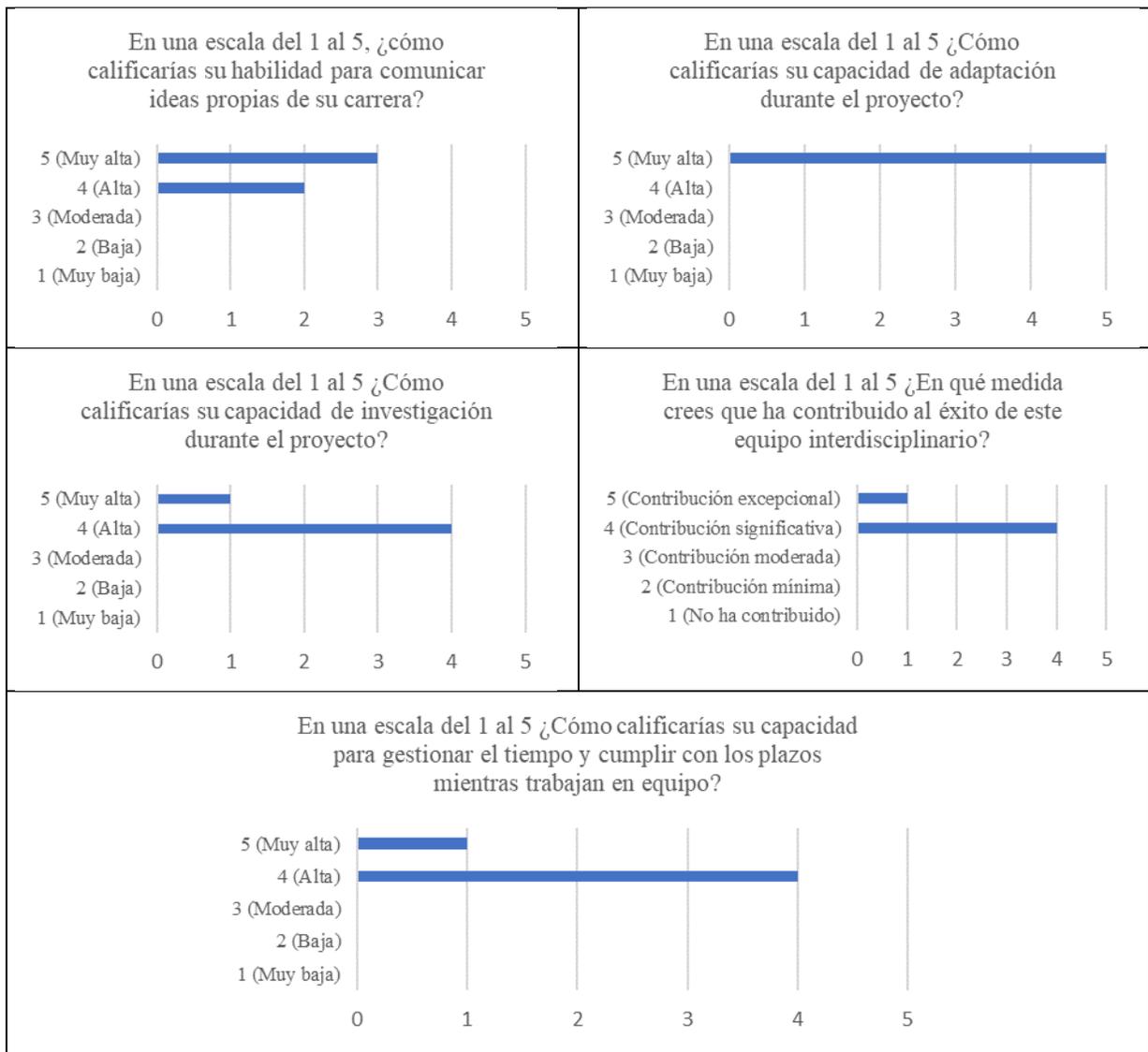
Con respecto a los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes, en la Figura 2 se observan las estadísticas de cada reactivo.

Figura 2. Resultados – Cuestionario para estudiantes



Por su parte, en la Figura 3, se observan los resultados de la coevaluación:

Figura 3. Resultados – Coevaluación de estudiantes



Como se puede observar, todas las respuestas se inclinan hacia un impacto positivo del trabajo colaborativo e interdisciplinario. Los cinco estudiantes concluyeron el proyecto con una motivación significativa, por lo que, en su totalidad recomiendan la participación en equipos interdisciplinarios.

Por otro lado, se logró validar que las habilidades que los estudiantes mencionaron que, adquirieron durante la realización del proyecto, sus compañeros las identificaron en un porcentaje alto.

Finalmente, los cinco estudiantes de este equipo concluyeron satisfactoriamente su proceso de titulación, gracias a este proyecto.

CONCLUSIONES

La importancia del trabajo colaborativo e interdisciplinario en la educación superior, especialmente, en el ámbito de la ingeniería, radica en su capacidad para desarrollar profesionales holísticos y competentes en un mundo cada vez más complejo y diversificado.

La colaboración y la interdisciplinariedad en la educación superior son fundamentales para formar ingenieros integrales capaces de abordar los desafíos contemporáneos y futuros. Al trabajar en equipos interdisciplinarios, los estudiantes no solo adquieren conocimientos técnicos específicos, sino que también desarrollan habilidades blandas como comunicación efectiva, organización y resolución de problemas. Este enfoque fomenta la creatividad, la innovación y la capacidad de adaptación, preparando a los ingenieros para enfrentar con éxito los problemas complejos y multidimensionales que caracterizan nuestro mundo actual.

En resumen, el trabajo colaborativo e interdisciplinario en la educación superior en ingeniería, no solo fortalece la formación académica de los estudiantes, sino que también contribuye a su desarrollo como ciudadanos globales y líderes en sus campos respectivos.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería [ANFEI] (2010). *Ingeniería México 2030. Escenarios de Futuro* (1ra ed.). https://www.anfei.mx/site/wp-content/uploads/2019/04/Libro_Ing_Mex_2030.pdf

Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, vol. 13(23), 263-278. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102314.pdf>

Núñez, E., Velasco, E., & Ortiz, I. (2022). *Sandblasting implants*. Our Knowledge Publishing

Pearson Corporate (14 de abril de 2023). La importancia de la interdisciplinariedad en la educación superior. *Higher Education*. <https://blog.pearsonlatam.com/educacion-del-futuro/la-importancia-de-la-interdisciplinariedad-en-la-educacion-superior#:~:text=En%20cambio%2C%20la%20interdisciplinariedad%20educativa, podr%C3%ADan%20obtener%20de%20manera%20aislada>

Tecnológico Nacional de México [TecNM] (2022). *Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico de Investigación e Innovación. InnovaTecNm 2022*. <https://ofertaacademica.tecnm.mx/index.php/eventos-nacionales/innovatecnm>

Tecnológico Nacional de México [TecNM] (2023). *Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico, Investigación e Innovación, InnovaTecNM 2023*. <https://www.huauchinango.tecnm.mx/cumbre-nacional-de-desarrollo-tecnologico-investigacion-e-innovacion-2023/>