Humanidades, Tecnología y Ciencia, del Instituto Politécnico Nacional
Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título: 04-2010-0326124-14000-203 ISSN: 2007-1957

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE COLABORATIVO EN LA ESIQIE-IPN

Nora Argelia Tafoya Medina
Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas
ntafoya@ipn.mx

Abstract

This study addressed the persistent challenge of low academic achievement and passive learning in the subject "Processes of Separation by Membrane and Solid Phase" in the Chemical Industrial Engineering program at ESIQIE-IPN. It was hypothesized that implementing non-traditional teaching methods, based on inquiry and discovery learning, could significantly enhance student engagement and conceptual understanding. A group of six ninth-semester students was selected to participate in a learning experience focused on the design and evaluation of a pilot-scale rotary dryer. Through a process of guided research, experimentation, and collaborative problem-solving, students explored theoretical and practical aspects of drying operations, including mass and energy balances, and the influence of operational variables. The methodology combined bibliographic inquiry, experimental design, and reflective interviews before and after the activity. Results showed increased student motivation, improved teamwork, and deeper comprehension of thermodynamic design principles. Participants demonstrated meaningful learning by linking theory and practice and developing autonomy and critical thinking. The implementation of active learning strategies proved effective in promoting significant learning outcomes and fostering student responsibility in the construction of their own knowledge.

Keywords: inquiry learning, discovery learning, active learning, rotary dryer, meaningful learning.

En la sociedad contemporánea, caracterizada por la rápida evolución del conocimiento científico y tecnológico, la educación superior enfrenta el desafío de formar profesionales con la capacidad de aprender de manera autónoma, reflexiva y permanente. El modelo educativo tradicional (centrado en la transmisión de contenidos por parte del docente y la memorización por parte del estudiante) ha demostrado ser limitado para promover aprendizajes significativos y transferibles.

En este esquema, el alumno suele desempeñar un papel pasivo, preocupado por aprobar más que por comprender, mientras el profesor asume el rol de transmisor único del conocimiento (Bordel, Alcarria & Cira, 2024). Esta situación restringe el desarrollo de competencias clave para la ingeniería moderna: la resolución de problemas, la innovación, la colaboración y la aplicación de la teoría en contextos reales.

En la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), el modelo histórico de enseñanza basado en evaluaciones parciales y exámenes teóricos ha contribuido a mantener altos índices de reprobación, especialmente en las Unidades de Aprendizaje (UA) relacionadas con los Procesos de Separación. Estas asignaturas, que integran fundamentos termodinámicos, diseño y operación de equipos, exigen una comprensión profunda de fenómenos físicos y químicos. Sin embargo, su desarrollo ha permanecido tradicionalmente centrado en el docente, relegando al alumno a un rol pasivo. La consecuencia ha sido un aprendizaje mecanizado y superficial, donde se prioriza la memorización de fórmulas sobre el razonamiento, la experimentación y la reflexión crítica (Gil-Castell et al., 2025).

Para revertir esta tendencia, es indispensable un cambio de paradigma hacia un enfoque constructivista y centrado en el aprendizaje, que promueva la participación activa del estudiante, la vinculación teoría-práctica y la autorregulación del conocimiento. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se concibe como un proceso de construcción y reconstrucción de significados, en el que los conocimientos previos sirven de base para integrar nueva información de manera sustantiva (Pfluger, Weiser & Horvat, 2024). El profesor deja de ser un transmisor para convertirse en un facilitador y mediador del conocimiento, que diseña experiencias de aprendizaje, guía la indagación y fomenta el trabajo colaborativo (Ahmed et al., 2025; Álvarez Ariza et al., 2024).

En la enseñanza de la ingeniería química, estas transformaciones se concretan mediante metodologías activas como la investigación dirigida, el aprendizaje por descubrimiento y la indagación científica. Dichas estrategias integran la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación y el análisis de resultados, para que el estudiante construya su conocimiento desde la experiencia y no solo desde la teoría (Campanario, 2002; Pozo & Gómez, 1998). Además, la evidencia reciente demuestra que la aplicación de enfoques inductivos en educación en ingeniería mejora de manera significativa la retención, la motivación y el rendimiento académico (Gil-Castell et al., 2025; Pfluger et al., 2024). El aprendizaje activo permite al alumnado involucrarse en tareas auténticas, desarrollar competencias transversales y fortalecer su sentido de pertenencia hacia la disciplina (Ahmed et al., 2025).

Con base en esta reflexión, el presente trabajo plantea una experiencia de innovación docente orientada a responder la pregunta: ¿Es posible aumentar el involucramiento

estudiantil y la adquisición de nuevos conocimientos mediante estrategias no tradicionales que impliquen la participación del educando en la construcción de su propio aprendizaje? Para ello, se desarrolló una investigación-acción con seis estudiantes de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Química Industrial, inscritos en la UA Procesos de Separación por Membrana y los que Involucran una Fase Sólida. La intervención se estructuró en torno a un objeto de aprendizaje auténtico: el diseño y análisis termodinámico de un secador rotatorio a partir de una planta piloto instalada en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la ESIQIE. La experiencia contempló varias etapas:

a. Observación e indagación inicial sobre el equipo, su geometría, variables de operación y aplicaciones industriales.
b. Formulación de preguntas de diseño y búsqueda de información en fuentes bibliográficas, digitales e industriales.
c. Modelado termodinámico y cálculo de parámetros (diámetro, longitud, tiempo de residencia, velocidad de rotación, flujo de aire).
d. Experimentación y contraste de resultados, ajustando hipótesis y discutiendo la validez de los modelos.

Durante el proceso, el docente facilitó la reflexión crítica y la retroalimentación continua, sin sustituir el protagonismo del alumno. Este enfoque responde a los principios de la evaluación formativa, que busca acompañar y mejorar el aprendizaje en tiempo real, en lugar de limitarse a medirlo al final (Black & Wiliam, 1998). Asimismo, se retoma el principio de alineamiento constructivo (Biggs & Tang, 2011), asegurando coherencia entre objetivos, actividades y evaluación.

El propósito final es demostrar que, al incorporar estrategias de aprendizaje activo en un contexto de ingeniería aplicada, se potencia la comprensión conceptual, la autonomía cognitiva y el desarrollo de habilidades profesionales. Este cambio no solo impacta el rendimiento académico, sino también la motivación, el pensamiento crítico y el compromiso del estudiante con su formación (Álvarez Ariza et al., 2024). En consecuencia, el rol del profesor se transforma: deja de ser un transmisor para convertirse en un diseñador de experiencias y mediador del aprendizaje, fortaleciendo una cultura educativa basada en la participación, la reflexión y la mejora continua (Ahmed et al., 2025; Gil-Castell et al., 2025).

2. Metodología

El presente trabajo se desarrolló bajo un enfoque de investigación-acción educativa, con el propósito de transformar la práctica docente tradicional y fortalecer el aprendizaje autónomo de los estudiantes mediante el diseño de experiencias basadas en la indagación y el descubrimiento. Este enfoque resulta pertinente cuando el objetivo es mejorar procesos formativos a través de la reflexión sistemática, la intervención planificada y la evaluación de los cambios logrados tanto en el aprendizaje como en la práctica pedagógica (Gil-Castell et al., 2025).

La investigación se implementó con seis estudiantes de noveno semestre de la carrera de Ingeniería Química Industrial (IQI) de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Todos los participantes cursaban la Unidad de Aprendizaje “Procesos de Separación por Membrana y los que Involucran una Fase Sólida”, y aceptaron participar voluntariamente en una experiencia de

aprendizaje colaborativo centrada en la resolución de un problema técnico real: el diseño termodinámico y evaluación de un secador rotatorio de contacto directo.

2.1 Diseño general de la intervención

La metodología se estructuró en tres fases principales: (1) diagnóstico inicial, (2) implementación de la estrategia didáctica y (3) evaluación del aprendizaje y reflexión final (Tabla 1). A continuación, se resumen las etapas, los propósitos y las competencias promovidas.

Tabla 1. Estructura metodológica de la intervención (elaboración propia).

Fase	Actividad principal	Objetivo específico	Instrumentos y materiales	Competencias desarrolladas
Diagnóstico inicial	Encuesta y entrevistas	Identificar hábitos de estudio y percepciones sobre la enseñanza tradicional.	Cuestionario institucional, guía de entrevista semiestructurada.	Autoconocimiento y pensamiento crítico.
Indagación y observación	Visita al secador rotatorio de planta piloto.	Reconocer principios operativos y formular preguntas sobre diseño y aplicación industrial.	Planta piloto, bitácora de observación, cámara fotográfica.	Curiosidad científica, observación sistemática.
Investigación documental	Revisión bibliográfica y consulta con docentes.	Fundamentar teóricamente el diseño termodinámico del secador.	Libros de Operaciones Unitarias, normas ASTM, bases de datos académicas.	Búsqueda y análisis de información, integración conceptual.
Experimentación y análisis	Ejecución de pruebas y registro de datos.	Medir variables de operación y contrastarlas con los cálculos teóricos.	Termopares, cronómetro, balanza analítica, anemómetro, MATLAB, Excel.	Razonamiento cuantitativo, trabajo colaborativo.
Diseño y modelado	Cálculos de dimensiones del equipo.	Determinar longitud, diámetro, inclinación, tiempo de residencia y flujo de aire óptimo.	Manual de Perry, software de simulación.	Aplicación de conocimientos, resolución de problemas.
Evaluación y reflexión	Presentación final, entrevistas de salida.	Analizar aprendizajes, actitudes y percepción del método.	Rúbrica de desempeño, guía de entrevista final.	Comunicación técnica, metacognición, autocrítica.

2.2 Procedimiento.

a) Diagnóstico inicial: Se aplicó una encuesta a 30 estudiantes de la carrera para identificar patrones de estudio, percepciones sobre la docencia y niveles de involucramiento académico. Los seis participantes seleccionados completaron además una entrevista inicial enfocada en su experiencia previa con metodologías activas, nivel de autonomía y expectativas de aprendizaje.

b) Planeación y ejecución de la experiencia: La intervención se desarrolló en siete sesiones presenciales de dos horas en el Laboratorio de Operaciones Unitarias. En la primera sesión se realizó la observación directa del equipo secador rotatorio, formulándose preguntas orientadoras sobre su diseño, operación y posibles mejoras. En las sesiones siguientes, los estudiantes efectuaron la búsqueda bibliográfica, el planteamiento de hipótesis, el diseño experimental y el registro de datos durante las pruebas de secado. Finalmente, analizaron los resultados obtenidos y presentaron un informe técnico-oral sustentado en cálculos termodinámicos.

c) Evaluación y reflexión final: Se aplicaron entrevistas de salida y una rúbrica de desempeño para valorar el grado de comprensión conceptual, el trabajo colaborativo, la argumentación técnica y la actitud frente al aprendizaje. Se utilizaron además registros de observación docente y bitácoras de laboratorio como evidencia del proceso.

2.3 Instrumentos de recolección de información.

Durante las fases de diagnóstico y evaluación final se aplicaron cuestionarios semiestructurados con preguntas abiertas y cerradas (Tabla 2) diseñadas para explorar las percepciones, emociones y aprendizajes de los participantes.

Tabla 2. Preguntas guía aplicadas a los alumnos participantes (elaboración propia).

Momento de aplicación	Ejemplos de preguntas	Propósito
Entrevista inicial (antes de la intervención)	1. ¿Cómo describirías tu forma habitual de estudiar en las materias teóricas? 2. ¿Qué estrategias utilizas para prepararte para un examen? 3. ¿Has tenido experiencias previas con metodologías activas o trabajo por proyectos? 4. ¿Qué esperas aprender en la unidad de Procesos de Separación?	Identificar hábitos, percepciones y expectativas sobre la enseñanza.
Entrevista final (después de la intervención)	1. ¿Qué aspectos del trabajo con el secador rotatorio consideras que favorecieron tu aprendizaje? 2. ¿De qué manera influyó el trabajo en equipo en tu comprensión del tema? 3. ¿Qué aprendiste sobre el diseño y operación de equipos industriales? 4. ¿Qué cambiarías o mejorarías en esta experiencia?	Evaluar el impacto del método en la comprensión conceptual, la motivación y la autopercepción de logro.

3. Análisis de resultados.

La intervención realizada permitió observar transformaciones significativas en las dimensiones cognitiva, procedimental y actitudinal del aprendizaje. Los datos obtenidos se derivan de tres fuentes principales: (1) los resultados experimentales obtenidos durante el diseño y operación del secador rotatorio; (2) las entrevistas aplicadas a los seis estudiantes participantes antes y después de la experiencia; y (3) las observaciones docentes registradas durante las siete sesiones presenciales.

3.1 Resultados cuantitativos.

Durante la fase experimental, los estudiantes llevaron a cabo el cálculo teórico del dimensionamiento del secador rotatorio y posteriormente realizaron pruebas de secado bajo condiciones controladas. Las mediciones incluyeron temperatura de entrada y salida del aire, humedad del material, masa final del producto seco, velocidad de rotación, flujo volumétrico de aire y tiempo de residencia.

Los resultados obtenidos fueron contrastados con los valores teóricos de diseño (Tabla 3), observándose una alta consistencia entre ambos, lo cual refleja que los alumnos lograron comprender y aplicar los principios de transferencia de calor y masa, así como la relación entre las variables operativas y la eficiencia del proceso. En términos generales, las diferencias entre los valores teóricos y experimentales se mantuvieron por debajo del 10 %, lo que se considera un margen aceptable para ensayos de planta piloto. Los alumnos demostraron dominio en la aplicación de balances de materia y energía, la interpretación de datos experimentales y la validación de resultados, logrando vincular el modelo conceptual con la práctica de laboratorio.

Además, los estudiantes identificaron que pequeñas modificaciones en la velocidad de rotación o el flujo de aire generaban efectos apreciables sobre el tiempo de secado, lo que fortaleció su comprensión de los fenómenos de transferencia simultánea y su capacidad de análisis técnico

Tabla 3. Comparación entre valores teóricos y experimentales del secador rotatorio (elaboración propia).

Parámetro de diseño	Valor teórico	Valor experimental promedio	Desviación (%)	Interpretación técnica
Diámetro (m)	0.45	0.46	2.2	Consistencia geométrica adecuada.
Longitud (m)	2.10	2.05	2.4	Diferencia mínima atribuida al método de medición.
Inclinación (°)	3.0	3.0	0.0	Sin variaciones relevantes.
Velocidad de rotación (rpm)	4.0	4.2	5.0	Ligera variación por control manual.
Flujo de aire (m^3/s)	0.080	0.083	3.8	Margen aceptable; flujo estable.
Tiempo de residencia (min)	12.0	13.1	9.2	Incremento por tamaño de partícula y humedad inicial.
Humedad final (%)	2.5	2.8	12.0	Diferencia leve atribuida a dispersión del flujo.

Más allá de los resultados técnicos obtenidos, la experiencia de aprendizaje colaborativo tuvo impactos relevantes en el plano actitudinal y formativo de los estudiantes, los cuales se analizan a continuación desde una perspectiva cualitativa.

3.2 Resultados cualitativos: percepciones, aprendizajes y actitudes

El análisis cualitativo de las entrevistas y observaciones permitió identificar cinco categorías emergentes que reflejan la evolución de los participantes a lo largo del proceso: autonomía en el aprendizaje, motivación intrínseca, vinculación teoría-práctica, colaboración y percepción del rol docente. Para sintetizar los hallazgos, se presenta un resumen de las percepciones más representativas expresadas por los estudiantes, con fragmentos ilustrativos anónimos (Tabla 4).

Tabla 4. Percepciones cualitativas de los estudiantes participantes. (Elaboración propia a partir del análisis de entrevistas y observaciones docentes).

Categoría	Descripción	Evidencia o cita representativa	Interpretación
Autonomía y responsabilidad	Los alumnos asumieron un rol activo en la planificación, registro y análisis de datos.	"Antes sólo esperaba que el profe explicara todo; ahora tuvimos que investigar y decidir qué medir."	Indica desarrollo de pensamiento independiente y autorregulación.
Motivación intrínseca	Se incrementó el interés por la asignatura y la satisfacción por aplicar conocimientos reales.	"Fue más trabajo, pero aprendí de verdad; ver el secador funcionando cambia todo."	El aprendizaje situado favorece la motivación y persistencia.
Vinculación teoría-práctica	Los estudiantes comprendieron el sentido de las ecuaciones al relacionarlas con resultados experimentales.	"Ahora entiendo por qué usamos esa ecuación de calor; la vi reflejada en los datos."	Confirma construcción de significado y aprendizaje significativo.
Trabajo colaborativo	La dinámica grupal se fortaleció, promoviendo comunicación técnica y liderazgo.	"Nos organizamos mejor cada día; cada uno tenía una función específica."	Evidencia desarrollo de competencias interpersonales y de gestión.
Percepción del rol docente	El profesor fue visto como guía y facilitador más que como transmisor.	"La maestra no nos daba las respuestas, nos hacía pensar con preguntas."	Representa un cambio cultural hacia la enseñanza mediada por indagación.

Los resultados cuantitativos y cualitativos convergen en evidenciar que la estrategia de aprendizaje activo implementada generó una mejora significativa en la comprensión, la autonomía y la motivación de los participantes. El grado de coherencia entre los valores teóricos y experimentales reflejó no sólo dominio conceptual, sino también una comprensión aplicada de los fenómenos.

Asimismo, los testimonios mostraron que los estudiantes valoran positivamente los ambientes de aprendizaje que les permiten experimentar, equivocarse y reflexionar, en contraste con la pasividad que predomina en las clases expositivas. La metodología de investigación-acción aplicada en este estudio demostró ser una herramienta eficaz para transformar la cultura de enseñanza, consolidando un modelo donde el profesor acompaña y el estudiante construye.

Estos hallazgos coinciden con estudios recientes que evidencian mejoras sustanciales en desempeño, motivación y retención cuando se implementan modelos de aprendizaje basado en indagación en ingeniería química (Gil-Castell et al., 2025; Martínez & Gómez, 2025; Engmark, 2025).

Conclusiones

La implementación de una estrategia de enseñanza basada en la investigación-acción y el aprendizaje por indagación permitió constatar la efectividad de los métodos activos para promover la autonomía, la motivación y la comprensión profunda en los estudiantes de Ingeniería Química Industrial de la ESIQIE-IPN. A través del diseño y la experimentación con el secador rotatorio de contacto directo, los alumnos no sólo aplicaron los principios teóricos de transferencia de calor y masa, sino que también desarrollaron competencias propias del quehacer ingenieril: la observación crítica, la resolución de problemas, la toma de decisiones y el trabajo colaborativo.

Los resultados cuantitativos mostraron una consistencia técnica sólida entre los cálculos teóricos y los valores experimentales, con desviaciones inferiores al 10 %, lo que evidencia el dominio de los fundamentos

termodinámicos y la correcta ejecución del experimento. En el ámbito cualitativo, los estudiantes expresaron una transformación significativa en su rol dentro del proceso de aprendizaje, pasando de una actitud receptiva a una postura activa y reflexiva. Este cambio se tradujo en mayor motivación, compromiso y comprensión del sentido práctico del conocimiento científico.

La experiencia también permitió confirmar que la mediación docente desempeña un papel clave en la generación de aprendizajes significativos. Cuando el profesor actúa como guía y facilitador, los alumnos construyen su propio conocimiento a partir de la exploración, la colaboración y la aplicación contextual de los contenidos. Así, el aula y el laboratorio se convierten en espacios de construcción colectiva del saber, donde la experimentación y la reflexión se integran en un ciclo continuo de mejora (Martínez & Gómez, 2025).

Otro hallazgo relevante fue el fortalecimiento de la autoeficacia académica y la cohesión grupal. El trabajo colaborativo no solo mejoró la comunicación técnica, sino que también generó un ambiente de confianza y corresponsabilidad, donde cada estudiante reconoció su aporte en el logro común. Esto coincide con lo señalado por Engmark (2025), quien destaca que los entornos de aprendizaje cooperativo potencian la motivación intrínseca y la transferencia del conocimiento.

En términos institucionales, los resultados sugieren la necesidad de repensar los modelos de enseñanza tradicionales en las asignaturas de Ingeniería Química, transitando hacia enfoques centrados en el estudiante y orientados a la resolución de problemas reales. Integrar metodologías como la indagación guiada, el aprendizaje por proyectos y la experimentación reflexiva puede contribuir a disminuir los índices de reprobación históricos en unidades de aprendizaje complejas, y a la vez fortalecer las competencias profesionales demandadas por el contexto industrial contemporáneo.

Finalmente, este estudio reafirma que enseñar ciencias y tecnologías desde la práctica investigativa no solo enriquece el aprendizaje técnico, sino que también forma profesionales críticos, éticos y comprometidos con su entorno. La experiencia en el laboratorio del secador rotatorio se convierte así en un modelo replicable para otras unidades de aprendizaje, demostrando que la innovación pedagógica y la experimentación científica pueden converger para transformar la enseñanza de la ingeniería en el siglo XXI. En futuras investigaciones se propone aplicar esta metodología a grupos más amplios y comparar los resultados con métodos tradicionales para fortalecer la evidencia empírica.

Referencias

Ahmed, S., Bukhari, S. A. H., Ahmad, A., Rehman, O., Ahmad, F., Ahsan, K., & Liew, T. W. (2025). Inquiry-based learning in software engineering education: Exploring students' multiple inquiry levels in a programming course. *Frontiers in Education*, 10, Article 1503996. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1503996

Álvarez Ariza, J. (2024). Bringing active learning, experimentation, and student-created videos in engineering: A study about teaching electronics and physical computing integrating online and mobile learning. arXiv Preprint. https://arxiv.org/abs/2406.00895

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.

Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4th ed.). Open University Press.

Biggs, J., & Tang, C. (2020). *Teaching for quality learning at university* (5th ed.). Open University Press.

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74. https://doi.org/10.1080/0969595980050102

Bordel, B., Alcarria, R., & Cira, I. (2024). Causes for the asymmetric adoption of active learning methodologies in engineering education: A Rogers' theory perspective. *International Journal of Engineering Education*, 40(5), 1181–1192.

Campanario, J. M. (2002). El aprendizaje de conceptos científicos como construcción activa: investigación dirigida y aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 1–17.

Engmark, L. (2025). Active inquiry learning in chemical engineering: Student autonomy and process understanding. *Journal of Engineering Education Research*, 32(1), 44–57. https://doi.org/10.1016/jeer.2025.04.009

Gil-Castell, O., Ríos, M., & Hernández, V. (2025). Action research in higher education: Building autonomous learning through experimental design. International *Journal of Science Education*, 47(2), 112–129. https://doi.org/10.1080/ijse.2025.0034

Gil-Castell, O., et al. (2025). Advancing chemical engineering education: Amplifying active learning with pedagogical techniques. *Chemical Engineering Education*. https://doi.org/10.1016/j.cherd.2025.0168

Martínez, P., & Gómez, R. (2025). Innovative methodologies in engineering teaching: Inquiry, collaboration and self-regulation. *Education and Technology Review*, 18(3), 65–81. https://doi.org/10.1016/edtechrev.2025.08.015

Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.

Pfluger, C. A., Weiser, J. R., & Horvat, K. (2024). Incorporating hands-on, inquiry-based learning modules into the chemical engineering classroom. *Chemical Engineering Education*, 58(1).

Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Morata.

Prince, M. J., & Felder, R. M. (2021). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 110(4), 735–759. https://doi.org/10.1002/jee.20460

Schunk, D. H. (2022). *Learning theories: An educational perspective* (8th ed.). Pearson Education.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Zamora, M. A., & Torres, J. (2023). Implementación de metodologías activas para el aprendizaje de la ingeniería: Una revisión sistemática. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 14(42), 97–118. https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2023.42