

Aprendizaje significativo mediante proyectos de fundición de piezas de aluminio en la enseñanza de manufactura

Meaningful learning through aluminum casting projects in manufacturing education

Jorge Tomas Holguín Anzules

Universidad Estatal de Milagro, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0003-4454-4184>

RESUMEN

Actualmente, las instituciones educativas que cuentan con manufactura en su diseño curricular asumen un compromiso con la fundición de metales y amalgamas para lograr avanzar hacia la elaboración de semielaborados, como son: fundición, forja, laminado, de lo que surge la necesidad de analizar las diferentes estrategias de aprendizaje significativo a través de proyectos experienciales de fundición de piezas de aluminio, con la intención de fortalecer la enseñanza de procesos de manufactura en la educación universitaria. Dicho objetivo unido a la metodología empleada permitió mostrar como principales resultados que el aprendizaje significativo se alcanza cuando los contenidos novedosos se vinculan de manera real con las estructuras cognoscitivas previas que posee el estudiante. En la enseñanza de manufactura, los proyectos de fundición de piezas de aluminio representan una metodología activa que permite construir conocimientos perdurables y útiles, desplegando a la vez habilidades cognitivas, procedimentales y socioemocionales. El estudio también reveló que su trascendencia radica en que forma los profesionales son capaces de asumir nuevos retos con un elevado nivel de reflexión. Finalmente se plantea que la fundición de aluminio como proyecto educativo no solo debe ser visto como una técnica de manufactura, sino también un medio eficiente para fomentar aprendizajes integrales.

Palabras claves: Aluminio, aprendizaje, fundición, enseñanza, manufactura.

ABSTRACT

Currently, educational institutions that rely on manufacturing in their curricular design assume a commitment to the casting of metals and amalgams to achieve progress in the elaboration of semi-finished products, such as: casting, forging, laminating, from which arises the need to analyze the different strategies of meaningful learning through projects experiences of casting aluminum parts, with the intention of strengthening the teaching of manufacturing processes in university education. This objective combined with the employed methodology allows us to show the main results that significant learning is achieved when new content is linked in a real way with the previous cognitive structures that the student has. In manufacturing training, aluminum casting projects represent an active methodology that allows the construction of lasting and useful knowledge, at the same time deploying cognitive, procedural and socio-emotional skills. This study also reveals that its transcendence is rooted in how professionals can take on new challenges with a high level of reflection. Finally, it is stated that aluminum casting as an educational project on the ground must be seen as a manufacturing technique, as well as an efficient means of promoting comprehensive learning.

Keywords: Aluminum, apprenticeship, foundry, teaching, manufacturing.

INTRODUCCIÓN

Los orígenes de las técnicas de fundición datan de los tiempos de la metalurgia, las aleaciones iniciales se encontraron en la Edad del Bronce (3300 a.C. y el 1200 a.C) momento a partir del cual tuvo un arduo desarrollo hasta la industrialización, la reproducción práctica de fragmentos metálicos, representando una actividad formativa central en oficios y talleres.

En los inicios del siglo XIX, surge un metal aislable y utilizable, que rápidamente se globalizó y se bautizó como aluminio, atendiendo a que es ligero, es posible reciclarlo y posee características mecánicas, los métodos de fundición de aluminio se introdujeron progresivamente en la formación técnica y el currículo en las carreras de ingeniería y otras relacionadas con las artes aplicadas.

A partir de los años 50 del siglo XX las escuelas técnicas y las universidades iniciaron un proceso de sistematización de prácticas de laboratorio y en determinados cursos específicos, aspecto este que buscaba la articulación de formación teórica y experiencia práctica en la elaboración de piezas fundidas y en el control de sus propiedades.

Actualmente, desde la formación básica hasta el nivel universitario, las instituciones educativas que cuentan con manufactura en su diseño curricular asumen un compromiso con la fundición de metales y amalgamas para lograr avanzar hacia la elaboración de semielaborados, como son: fundición, forja, laminado. (Vélez, 2024)

La orientación pedagógica que sostiene los proyectos de fundición empleados a la enseñanza se basa en teorías del aprendizaje significativas, constructivistas y del aprendizaje práctico. David P. Ausubel definió el aprendizaje significativo como la incorporación de contenidos novedosos vinculándolos de manera impropia con la organización cognoscitiva anterior del estudiante, lo que permite retener y transferir el conocimiento (Moreira, 1997).

De manera complementaria, diferentes metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Aprendizaje Experiencial buscan la resolución de problemas concretos a través de actividades integrales que motiven de

manera interdisciplinaria las competencias técnicas y socioemocionales. La literatura educativa más actualizada destaca que, el momento de diseñar objetivos claros y evaluación oportuna, el ABP beneficia las competencias técnicas y transversales útiles para la manufactura, como son: planificación, trabajo en equipo, seguridad industrial

A nivel mundial, las políticas educativas y diferentes organismos internacionales muestran la necesidad de fortalecer la formación técnica y las destrezas relacionadas con la manufactura vanguardista y sostenible. Según Ruiz (2025) la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Banco Mundial (BM) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) destacan la urgencia de adecuar la formación técnica a las necesidades de la producción, promoviendo diferentes formas de integración práctica y teoría

En la región latinoamericana el debate y discusión sobre la formación para el trabajo y la productividad muestran al aprendizaje por proyectos como una prioridad para el mejoramiento del empleo y la producción industrial. Según Aedo (2024) informes del Banco Mundial (BM) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) destacan el fortalecimiento de las competencias técnicas específicas, la articulación la formación con las necesidades del mercado y promover la innovación educativa para eliminar obstáculos en las habilidades que se deben alcanzar en la enseñanza de la manufactura.

En el caso de Ecuador, la educación técnico-profesional y la educación universitaria cuentan con iniciativas que permiten la incorporación de metodologías activas y proyectos integrales en la formación (investigación-acción, prototipado, vinculación con la industria local). La literatura más reciente sobre educación universitaria en Ecuador enfatiza en la necesidad de vincular investigación-docencia-comunidad y en la innovación pedagógica que optimicen la calidad y oportunidad de los programas curriculares técnicos y de ingeniería.

De los elementos antes señalados surge la necesidad de analizar las diferentes estrategias de aprendizaje significativo a través de proyectos experienciales de fundición de piezas de aluminio, con la intención de fortalecer la enseñanza de procesos de manufactura en la educación universitaria.

MÉTODOS

Atendiendo a la necesidad de comprender el enfoque científico del aprendizaje significativo mediante proyectos de fundición de piezas de aluminio en la enseñanza de manufactura, la presente investigación se desarrolló bajo un enfoque de cualitativo, su nivel fue exploratorio y descriptivo, su diseño fue no experimental de tipo hermenéutico interpretativo.

El tratamiento al problema planteado se sustenta en varias teorías y enfoques que subrayan la importancia de analizar el aprendizaje significativo. A continuación, se detallan las principales teorías relevantes para este estudio:

Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel): El aprendizaje significativo se da en el momento en que los nuevos conocimientos se articulan de manera impropcedente con los saberes que previamente posee el estudiante (Ausubel, 1968) En el caso de la fundición de piezas de aluminio, el estudiante no solo aprende técnicas metalúrgicas, sino que los relaciona con experiencias específicas en el taller, consiguiendo la comprensión profunda y su transmisión a escenarios reales.

Constructivismo (Piaget, Bruner, Vygotsky): El constructivismo sustenta que el conocimiento se edifica de manera activa mediante su vínculo con la con el entorno.

- Piaget (1970) destacó el desarrollo cognitivo mediante la acción y la experiencia.
- Bruner (1997) planteó la necesidad de un aprendizaje por descubrimiento y la importancia de la armazón.
- Vygotsky (1978) destacó la zona de desarrollo próximo y la mediación social en el aprendizaje.

En proyectos de manufactura, estas doctrinas se muestran en las prácticas con materiales, la retroalimentación docente y el trabajo colaborativo en talleres de fundición.

Aprendizaje Experiencial (Kolb): Plantea que el conocimiento se origina de los cambios de la experiencia a través de un proceso de cuatro etapas: experiencia concreta, observación distraída, conceptualización indeterminada y experiencia activa. (Kolb, 1984) En un proyecto de fundición, los estudiantes cruzan por este proceso al delinear modelos, elaborar la infiltración, recapacitar en cuanto a errores y plantear mejoras oportunas.

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): Se concentra en la solución de problemas reales mediante el diseño y realización de proyectos, según Thomas (2000), esta perspectiva aumenta la estimulación y desarrolla capacidades perpendiculares como la colaboración, la comunicación y la creatividad, además de las capacidades técnicas. En el contexto de manufactura, el ABP favorece a los estudiantes a hacerle frente a los desafíos del proceso de fundición de aluminio como un proyecto integrador, desde el momento del diseño hasta el momento de la evaluación de los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión del estado del arte de la temática en cuestión permitió analizar diferentes autores que han estudiado aprendizaje significativo, en su artículo denominado, Dimensiones Cognitivas de las Competencias Investigativas, César (2023), destaca que el aprendizaje significativo favorece a los estudiantes en la integración de los nuevos conocimientos profunda y duraderamente, vinculados con sus conocimientos anteriores y con prácticas reales. Contrario al aprendizaje memorístico, esta representación crea el conocimiento, el traspaso del conocimiento a diferentes escenarios y el desarrollo de competencias adaptables en la vida profesional, laboral y personal.

Mendoza (2013) en su tesis denominada Proyectos productivos y el aprendizaje significativo de los alumnos de la especialidad mecánica de producción de la facultad de tecnología de la universidad nacional de educación Enrique Guzmán y Valle, plantea que abre el aprendizaje significativo abre la posibilidad de trabajar en equipo con quienes estudian y egresan de la Universidad para ganar experiencias, crear su propia empresa, convirtiendo las ideas de producción de bienes y de servicios en realidad; formar personas activas, motivadas para mejorar la sociedad, aprendiendo a asumir fracasos y errores como parte del aprendizaje.

Otro estudio consultado fue el de la tesis Aguirre & Cardona (2014) denominado Diseño de una guía de prácticas en el laboratorio de manufactura flexible de la Universidad Tecnológica de Pereira, basada en la teoría del aprendizaje significativo como aporte al fortalecimiento de las competencias del ingeniero industrial, donde las autoras identifican las competencias genéricas que desarrolla el Ingeniero Industrial en el laboratorio de manufactura flexible y apunta a unas competencias específicas, las cuales son desarrolladas en cada práctica de Laboratorio, con el fin de ayudar al estudiante a determinar el desarrollo de las competencias específicas en las prácticas de laboratorio creadas,

Importancia, trascendencia y aplicación del aprendizaje significativo mediante proyectos de fundición de piezas de aluminio en la enseñanza de manufactura

La educación técnica y profesional actualmente le hace frente a la necesidad de formar estudiantes competentes que integren conocimientos teóricos con experiencias prácticas que den respuesta a los retos del empresariado contemporáneo, en este escenario el aprendizaje significativo asume total relevancia, dado que se da cuando los contenidos novedosos se vinculan de manera real con las estructuras cognoscitivas previas que posee el estudiante.

En la enseñanza de manufactura, los proyectos de fundición de piezas de aluminio constituyen una metodología activa que permite construir conocimientos perdurables y útiles, desplegando a la vez habilidades cognitivas, procedimentales y socioemocionales.

La práctica de la fundición tiene sus orígenes en las antiguas civilizaciones, desde la Edad del Bronce hasta la Revolución Industrial, el aluminio, descubierto en el siglo XIX y considerablemente manufacturado en el XX, transformó segmentos productivos por su ligereza, resistencia y reciclabilidad. Incorporar estos procesos en la formación técnica le favorece a los estudiantes reproducir, a pequeña escala, elementos que han transfigurado la historia de la manufactura.

Cuadro Nro. 1. Fundamentos teóricos aplicados al aprendizaje en manufactura:

Hito	Periodo / Época	Rol en la Evolución de la Manufactura
Edad del Bronce	3300 a.C. - 1200 a.C.	Primer elemento que evidencia la capacidad humana de transformar y ordenar materiales (cobre + estaño) para generar una aleación superior al metal puro, convirtiéndose así en uno de los antecedentes de la metalurgia.
Revolución Industrial	1760 - 1840	Representa la transformación de la fabricación artesanal a la producción industrial, caracterizándose por la mecanización, el empleo del carbón y el hierro, y el fomento de industrias centralizadas.
Uso del Aluminio	Finales del S. XIX	Simboliza un adelanto químico y eléctrico, su fabricación a gran escala a finales del siglo XIX (gracias al proceso Hall-Héroult) introdujo un material liviano y resistente fundamental para industrias como la automotriz y la aeroespacial.
Manufactura Avanzada	Siglo XXI	Integra tecnologías digitales (IA, IoT, Big Data, robótica) con la elaboración física centrándose en la individualización masiva, la eficacia energética y la flexibilidad en la cadena de suministro.

Fuente: Elaboración propia

En Ecuador, enfrenta retos en cuanto a construcción y aprendizaje docente, medidas urgentes evidencian que los proyectos de fundición contribuyen a la formación de técnicos y profesionales que responden a las demandas del sector productivo (Balladares, 2025).

Aunque la ejecución de proyectos de fundición de aluminio simboliza una coyuntura pedagógica excelente, afronta ciertos desafíos en Ecuador:

- Infraestructura restringida: Varios centros educativos no cuentan con laboratorios y equipos apropiados para prácticas seguras y eficaces.
- Capacitación docente: Se demanda formación permanente para que los maestros articulen metodologías activas con sólidos conocimientos técnicos.
- Evaluación del aprendizaje: Los proyectos prácticos deben estar acompañados de materiales que calculen no solo el efecto final de la pieza fundida, sino que también velen por el proceso de aprendizaje, la reflexión y el trabajo en equipo.

Pese a las restricciones antes mencionada, la convicción ecuatoriana ampara que el aprendizaje significativo a través de proyectos prácticos crea una huella positiva en la formación exhaustiva de los educandos

El aprendizaje significativo a través de proyectos de fundición de piezas de aluminio en la enseñanza de manufactura constituye una estrategia pedagógica fundamental en la educación técnica y profesional, su importancia está dada por su articulación de conocimientos anteriores con prácticas novedosas, su trascendencia radica en que forma los profesionales son capaces de asumir nuevos retos con un elevado nivel de reflexión, y su experiencia en talleres y laboratorios que representan procesos industriales de la vida real.

La fundición de aluminio como proyecto educativo no solo debe ser visto como una técnica de manufactura, sino también un medio eficiente para fomentar aprendizajes integrales, perdurables y adaptables, fortaleciendo la formación de profesionales calificados para hacerle frente a los desafíos de una sociedad que se transforma constantemente.

La fundición de aluminio como proyecto educativo

La educación técnica y de manufactura ha evolucionado desde una simple educación experiencial hacia una perspectiva que fomenta el entendimiento profundo de los procesos y la puesta en práctica de elementos científicos complicados, en este contexto, la fundición de aluminio, un proceso que data de miles de años ha desarrollado hacia la exactitud industrial, suele ser clasificada exclusivamente como una técnica operativa en el marco del currículo de ingeniería y diseño industrial, sin embargo, esta clasificación restringe su auténtico potencial pedagógico.

El aluminio es un material único en la industria reciente debido a su poca densidad, elevada resistencia a la corrosión y efectiva reciclabilidad, su punto de fundición respectivamente bajo (660C) lo transforma en un metal apto para proyectos empíricos controlados, a diferencia de otros metales ferrosos (Jones & Davis, 2021).

El proceso de fundición, típicamente hecho mediante moldes de arena o cera derrochada, exige al estudiante a relacionarse con los tres estados de la materia y a tramitar las variables críticas del ambiente (temperatura, presión y tiempo).

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), es una metodología céntrica en la propuesta, estableciendo que el aprendizaje significativo se alcanza al hacerle frente a problemas reales que demandan que se aplique integralmente los conocimientos. Un proyecto de fundición no solo demanda que el educando vuelque metal; requiere que delimite la pieza (Diseño Elaborado por Computadora o AutoCAD), determine mediante cálculos, la pérdida del material (economía), elija la aleación precisa (química metalúrgica) y construya modelos de seguridad rigurosos (gestión de riesgos).

Tabla 1. Dimensiones Pedagógicas de la Fundición de Aluminio

Dimensión	Principios Científicos o Conceptuales	Competencia Adquirida
Química	Esquemas de fases Al-Si, oxidación, nucleación y desarrollo de grano	Elección y transformación de fusiones para determinadas propiedades
Física y Termodinámica	Traspaso de calor (conducción, convección, radiación), calor latente de fusión.	Observación del proceso de congelación para perfeccionar la microestructura.
Economía de Materiales	Costo-beneficio del reutilizamiento (secundario vs. primario), cálculo de la energía gastada.	Cálculo de eficacia del proceso, reducción de materiales desechables y mermas.
Ingeniería de la Seguridad	Manejo de metales líquidos, empleo de medios de protección personal y resistencia al agua.	Creación y puesta en implementación de modelos de seguridad laboral y ambiental.

Fuente: Elaboración propia basada en literatura de ingeniería educativa (Brown, 2020).

Argumentación Interdisciplinaria

La cuantía educativa superior de la fundición radica en la posibilidad que posee para funcionar como un "puente"

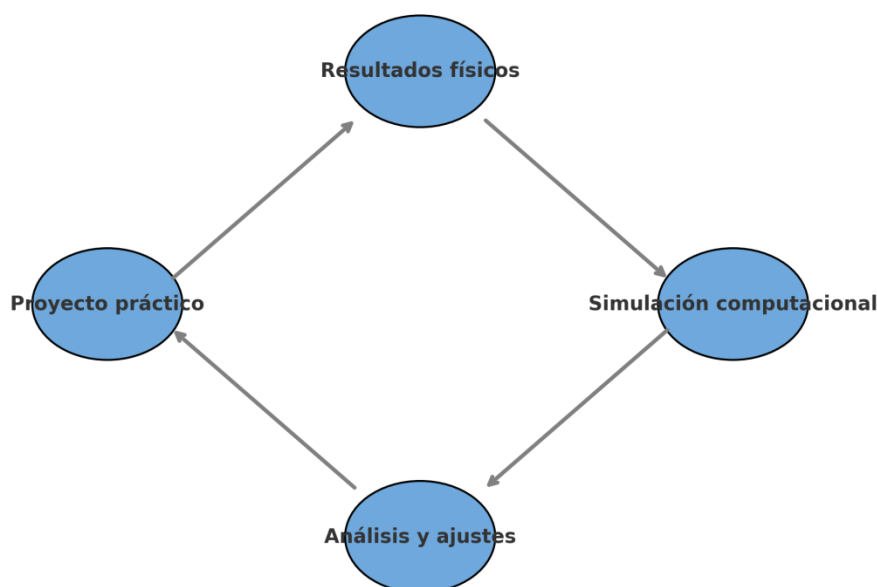
entre las hipótesis indeterminadas y sus expresiones físicas.

- **Termodinámica en Acción:** El educando no solo se aprende la fórmula del calor específico; sino que además ve cómo la energía caliente debe ser proporcionada para transformar el metal en estado líquido y cómo la liberación de calor oculto mientras dura la solidificación perturba el tiempo de refrescamiento y, por ende, la calidad del producto final. La creación del sistema de colada (bebedero, ataque y mazarota) se cristianiza en una práctica de dinámica de fluidos y traspaso de calor aplicado, donde la velocidad del flujo y la dirección del enfriamiento son variables dependientes.
- **La Importancia del Diseño para la Manufactura (DFM):** La fundición de aluminio evidencia las limitaciones de la manufactura, un diseño geoméricamente complicado con ángulos rectos o transformaciones violentas de sección culminará en defectos como rechupes o porosidades. Esto enseña al estudiante, según Miller & Peterson (2023), que el diseño debe ser básicamente informado por el proceso de producción, obligando a un enfoque mucho más completo entre el que lo diseña y el ingeniero de planta
- **Hacia una Economía Circular:** El aluminio es el triunfador del reciclaje industrial, al emplear chatarra de aluminio en los proyectos, lo que hace que el proyecto educativo se convierta en una significado práctico sobre la economía circular, ya que el estudiante calcula la energía ahorrada al fundir aluminio secundario (que requiere cerca del 5% de la energía que se requiere para alcanzar el aluminio primario) si lo comparamos con el aluminio sacado de la bauxita, esta perspectiva promueve la conciencia ambientalista y el compromiso empresarial desde la fase formativa.

Análisis Crítico y Desafíos Educativos

- **Gestión de Riesgos:** Trabajar con temperaturas superiores a los 700C y manejar fundidores con metal líquido sobrelleva un peligro, sin embargo, en lugar de ver esto como un obstáculo, debe ser estimado como una conformidad invaluable para instruir sobre la cultura de seguridad, donde la disciplina, la programación y el empleo adecuado de los Equipos de Protección Personal (EPP) son intransigentes.
- **Conocimiento simple de la técnica.** Una detracción frecuente es que los resultados de laboratorio no son escalables a la producción industrial, lo que se trata a través de la introducción de la simulación informática (Simulación por Elementos Finitos o FEM). La Figura 1 muestra cómo la simulación completa el proceso físico.

Fig. Nro. 1. Ciclo de retroalimentación entre el proyecto práctico y la simulación computacional



Fuente: Adaptado de Chen et al., 2022

El proceso formativo debe seguir un ciclo iterativo: primeramente, se delinea y aparenta el llenado del molde para predecir zonas críticas, luego se elabora la fundición física y, al finalizar se establece una comparación entre los defectos reales con los pronósticos del modelo. Este estado comparativo muestra el valor de la comprobación de patrones y las restricciones de la abstracción teórica, un discernimiento esencial para la actual ingeniería moderna es esencial diferenciar el aluminio con otras aleaciones, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. parámetros necesarios para diferenciación

Parámetro	Aluminio (Al-Si)	Bronce (Cu-Sn)	Acero al Carbono
Punto de Fusión	Baja (660C)	Medio (950C)	Alto (1,400C)
Requerimiento Energético	Bajo	Moderado	Alto
Riesgo de Oxidación	Bajo (forma capa protectora)	Moderado	Alto (requiere atmósfera controlada)
Potencial de Reciclaje	Excelente (Alta pureza residual)	Muy bueno	Moderado

Fuente: Elaboración propia

La disposición de empleo del aluminio frente al bronce o al acero le favorece a los estudiantes concentrarse conceptualmente en la fundición (sistema de colada, solidificación) sin la complicación logística y potente de los metales con elevadas temperaturas.

CONCLUSIONES

La combinación de metodologías activas, como el Aprendizaje Significativo y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), brinda solidez conceptual a la formación en manufactura, teorías que no solo favorecen el entendimiento de contenidos técnicos, sino que permite enseñanzas duraderas y adaptables en varios escenarios educativos y profesionales.

Los proyectos de fundición de aluminio forman un puente entre la teoría y la práctica, radicando su importancia en que le permite a los estudiantes transitar por procesos productivos reales, elaborar capacidades técnicas, metódicas y socioemocionales, y alcanzar la excelencia de la manufactura en el desarrollo histórica y tecnológica. Su trascendencia se pone de manifiesto en la formación de profesionales competentes para adaptarse a las necesidades que demanda la actual industria 4.0 y de favorecer a la innovación y sostenibilidad del sector industrial.

Al convertirse la fundición de aluminio como un proyecto educativo, permite que los educandos tengan prácticas demostrativas que fortalecen el aprendizaje práctico. Este proceso favorece la apropiación de conocimientos vinculados con la metalurgia, la ingeniería de materiales y la gestión productiva, al tiempo que practican habilidades blandas imprescindibles como el trabajo en equipo y la solución de problemas concretos. Los argumentos interdisciplinarios muestran que los proyectos de fundición no se circunscriben al área del conocimiento de la ingeniería mecánica o de materiales, sino que demandan una integración de culturas de física, química, diseño asistido por computadora (CAD), gestión de la seguridad industrial y sostenibilidad ambiental. De esta forma, el aprendizaje revelador asume una dimensión mucho más completa, enaltecendo la formación general de los educandos.

El análisis crítico reveló que, si bien la consumación de proyectos de fundición de aluminio es altamente provechosa, persisten restricciones vinculadas a la infraestructura favorable, la capacitación docente y las formas de evaluación del aprendizaje. Por lo que superar estos retos requiere de estrategias educativas que favorezcan invertir en laboratorios, promoviendo la formación permanente de la planta de docente y elaboren materiales de evaluación completos que evalúen tanto el desarrollo del proceso como los resultados de este.

A partir del presente trabajo, se pueden desarrollar otras investigaciones sobre el aprendizaje significativo mediante proyectos de fundición de piezas de aluminio en la enseñanza de manufactura, llegándose a aplicar en otras carreras de ingeniería, inclusive en otros niveles educativos, de igual manera la fundición de piezas de aluminio se puede implementar en otras investigaciones.

Entre las limitaciones del estudio, estuvo la resistencia inicial de algunos docentes y estudiantes a la transformación metodológica, así como la necesidad de un mayor tiempo de ajuste a la estrategia de aprendizaje significativo, también la evaluación se desarrolló en un período específico, por lo que sería imprescindible un monitoreo longitudinal para evaluar sus efectos a largo plazo. Su ejecución favorece la pertinencia académica, genera nuevos empleos para los egresados y ayuda al desarrollo de capacidades técnicas y multidisciplinarias formadas con los desechos de la industria actual. Para generar un mayor impacto, se hace necesario unir fuerzas entre la academia y el sector empresarial e industrial, así como con internacionales que originen la innovación pedagógica y la vinculación con la sociedad.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston
- Aedo M.C (2024) Habilidades para el siglo XXI en América Latina y el Caribe (inglés). Orientaciones para el desarrollo | Desarrollo humano. Washington, D. C. Banco Mundial. Recuperado de: <http://documents.worldbank.org/curated/en/187841468047799960>
- Balladares, J. (2025). Design-Based Research in Higher Education in Ecuador. *EDeR – Educational Design Research*, 9(1), 1–20. <https://journals.sub.uni-hamburg.de/EDeR/article/view/2145>
- Brown, C. M. (2020). *Project-Based Learning in Engineering Education*. University Press.
- Bruner, J. S. (1997). *The culture of education*. Harvard University Press.
- César, J.C. (2023). Dimensiones cognitivas de las competencias investigativas. *Revista Digital de Investigación y Postgrado*. Vol. 4 Núm. 8 Julio/Diciembre. Venezuela. Consultado el 25 de agosto de 2024. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/372212150_Dimensiones_cognitivas_de_las_competencias_investigativas
- Chen L, Chen P, Lin Z. Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*. 2020;8:75264–78 <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Jones, A. L., & Davis, B. K. (2021). *Metals and Alloys: A Foundational Review*. Academic Publishing
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall
- Moreira, M.A. (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp. 19-44. Traducción de M^a Luz Rodríguez Palmero. Recuperado de: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>
- Piaget, J. (1970). *La psicología de la inteligencia*. Editorial Psique.
- Ruiz Ramírez, H. (2025). El futuro del trabajo y la educación: empleos emergentes para los estudiantes. *Observatorio De Las Ciencias Sociales en Iberoamérica*, 6(2), 19–36. <https://doi.org/10.51896/ocsi.v6i2.837>
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.
- Vélez, J.M (2024) Componente: formación de profesionales Propuesta de creación un programa de pregrado en el área de ciencia, ingeniería y tecnología de materiales. Documento de la trabajo de la Universidad Nacional de Colombia a la Construcción Capacidades Tecnológicas en el área de Materiales.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.