

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i1.2184>

## **Sinergia entre Motivación Intrínseca, Retroalimentación Formativa y Metodologías Activas: Impacto en el Rendimiento Académico y la Viabilidad Constructiva en la Enseñanza de Estructuras para Arquitectura**

*Synergy between Intrinsic Motivation, Formative Feedback, and Active Methodologies: Impact on Academic Performance and Constructability in the Teaching of Structures for Architecture*

**Luis Jaime Fernández Sánchez**

[ljfernandez@pucesa.edu.ec](mailto:ljfernandez@pucesa.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-2059-9730>

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato  
Ambato-Ecuador

**Luis Manuel Fernández Delgado**

[luisfernandez@indoamerica.edu.ec](mailto:luisfernandez@indoamerica.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-6354-4046>

Universidad Tecnológica Indoamérica  
Ambato-Ecuador

**Diego Enrique Fernández Sánchez**

[diferandez9809@gmail.com](mailto:diferandez9809@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0000-0272-8917>

Investigador Independiente  
Ambato-Ecuador

**Roberto Sebastián Quintana Vásconez**

[rsquintanav@pucesa.edu.ec](mailto:rsquintanav@pucesa.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0006-6285-3254>

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato  
Ambato-Ecuador

*Artículo recibido: 18 febrero 2026-Aceptado para publicación: 20 marzo 2026  
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.*

### **RESUMEN**

La enseñanza de estructuras en las facultades de arquitectura enfrenta el reto histórico de integrar el rigor del cálculo matemático con la libertad del diseño creativo. El presente artículo analiza, mediante una revisión sistemática de la literatura de los últimos cinco años (2021-2026), cómo la interacción estratégica entre la motivación intrínseca, la retroalimentación formativa y las metodologías activas transforma el aprendizaje de esta disciplina. Los hallazgos revelan que el uso de modelos como el Flipped Classroom, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y las simulaciones interactivas reduce significativamente la ansiedad matemática y aumenta el compromiso del estudiante. Se evidencia que la retroalimentación continua actúa como un puente cognitivo que permite a los alumnos transitar de la teoría técnica a la aplicación práctica,

percibiendo la estructura no como una carga punitiva, sino como un recurso de diseño esencial. La conclusión principal destaca una correlación positiva entre esta sinergia pedagógica y un incremento en el rendimiento académico, manifestado en proyectos con una mayor coherencia y viabilidad constructiva. Este enfoque integral propone un cambio de paradigma en la educación arquitectónica, donde la estabilidad y la estética convergen mediante un diseño instruccional centrado en la autoeficacia y la relevancia profesional.

*Palabras clave:* enseñanza de estructuras, motivación intrínseca, retroalimentación formativa, metodologías activas, rendimiento académico

### ABSTRACT

The teaching of structures in architecture schools faces the historical challenge of integrating the rigor of mathematical calculation with the freedom of creative design. This article analyzes, through a systematic review of the literature from the last five years (2021–2026), how the strategic interaction between intrinsic motivation, formative feedback, and active methodologies transforms learning in this discipline. The findings reveal that the use of models such as the Flipped Classroom, Problem-Based Learning (PBL), and interactive simulations significantly reduces mathematical anxiety and increases student engagement. It is evident that continuous feedback acts as a cognitive bridge that enables students to move from technical theory to practical application, perceiving structures not as a punitive burden but as an essential design resource. The main conclusion highlights a positive correlation between this pedagogical synergy and an increase in academic performance, manifested in projects with greater coherence and constructive viability. This comprehensive approach proposes a paradigm shift in architectural education, where stability and aesthetics converge through instructional design centered on self-efficacy and professional relevance.

*Keywords:* structural education, intrinsic motivation, formative feedback, active methodologies, academic performance

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

## INTRODUCCIÓN

La integración efectiva del diseño espacial y la viabilidad constructiva es uno de los pilares fundamentales en la formación de futuros arquitectos. La inclusión de cursos de estructuras en el plan de estudios de arquitectura potencia significativamente esta capacidad, permitiendo a los estudiantes concebir la estructura no solo como un soporte técnico, sino como un generador de forma, al mismo nivel que el contexto y la organización espacial [1], [2]. Sin embargo, la articulación de estos conocimientos dentro del proceso creativo presenta retos pedagógicos complejos que requieren un enfoque multidimensional y sinérgico.

Uno de los obstáculos más persistentes en la enseñanza de estructuras es lograr un compromiso genuino de los estudiantes de arquitectura con los cálculos matemáticos repetitivos [3]. Superar esta barrera y mantener el interés exige métodos de enseñanza innovadores que logren conectar la teoría con los proyectos de diseño, despertando así la motivación intrínseca del alumnado. Además de la motivación, la integración curricular juega un papel determinante: el momento y la medida en que se introducen estos conceptos son cruciales. Una exposición temprana a los principios estructurales, combinada con su integración continua a lo largo del taller de diseño, es fundamental para optimizar los resultados de aprendizaje y catalizar la creatividad [4].

Para transformar la percepción de la enseñanza de estructuras, la implementación de metodologías activas ha demostrado ser altamente efectiva. Enseñar las estructuras como una parte integral del estudio de diseño, en lugar de un módulo aislado, ayuda a los estudiantes a desarrollar una comprensión intuitiva de los principios físicos [1]. El uso de modelos visuales y físicos —como los empleados en los cursos de representación gráfica y métodos de construcción— mejora notablemente las habilidades de razonamiento espacial, esenciales para visualizar y manipular elementos de diseño complejos [5].

La aplicación práctica a través de metodologías activas aterriza los conceptos teóricos en la realidad. Los ejercicios que involucran la construcción de modelos físicos y el uso de herramientas empíricas (como mesas vibratorias y túneles de viento) hacen que los conceptos estructurales sean tangibles y relevantes para el diseño arquitectónico [3], [4], [6]. Asimismo, el uso de modelos estructurales simplificados y formularios de revisión visual en los talleres de diseño facilita la comprensión y la aplicación directa de estos principios en los proyectos de los estudiantes [8].

### **Análisis Iterativo y Colaboración Interdisciplinaria**

La incorporación de procesos iterativos de diseño y análisis permite a los estudiantes explorar diversas configuraciones, comprender el impacto estructural de sus decisiones arquitectónicas y reconocer múltiples soluciones viables, fomentando así el pensamiento innovador [2]. En este entorno iterativo, la retroalimentación formativa se vuelve indispensable.

A su vez, la instrucción basada en problemas y los ejercicios de diseño conjunto con estudiantes de ingeniería han demostrado mejorar sustancialmente la capacidad de integrar el diseño arquitectónico y estructural, subrayando la importancia de preparar a los alumnos para una colaboración interdisciplinaria efectiva en el ámbito profesional [7].

En este contexto, el presente artículo analiza cómo la sinergia entre la motivación intrínseca, la retroalimentación formativa constante y la aplicación de metodologías activas impacta de manera directa en el rendimiento académico. En conjunto, estas estrategias no solo superan la resistencia hacia el cálculo estructural, sino que preparan integralmente a los estudiantes para crear propuestas arquitectónicas que sean tan innovadoras como estructuralmente viables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque de revisión sistemática de la literatura. La investigación se estructuró a partir de una pregunta central formulada bajo el esquema PICO: ¿Cuál es la relación e interacción entre la motivación intrínseca, la retroalimentación formativa y las metodologías activas en el rendimiento académico de estudiantes de estructuras en Arquitectura?

Para abordar la complejidad de esta sinergia, la revisión se orientó a través de las siguientes Preguntas de Investigación (PI):

PI 1: ¿De qué manera la implementación de metodologías activas influye en la motivación intrínseca de los estudiantes hacia el cálculo estructural?

PI 2: ¿Qué impacto tiene la retroalimentación formativa continua en la reducción de la brecha entre la teoría técnica y la aplicación creativa en el taller de diseño?

PI 3: ¿Cómo interactúan simultáneamente la retroalimentación y la motivación para transformar la percepción de las estructuras de una carga matemática a un recurso de diseño?

PI 4: ¿Existe evidencia de una correlación positiva entre estas estrategias y el incremento en el rendimiento académico medido en términos de viabilidad constructiva?

### Estrategia de Búsqueda

Para garantizar la representatividad de la muestra, la búsqueda de información se ejecutó en las bases de datos Scopus y Web of Science, con el apoyo complementario de Google Scholar. Se emplearon operadores booleanos y términos estandarizados para maximizar el alcance. La cadena de búsqueda principal aplicada en Scopus fue:

```
TITLE-ABS-KEY ( ( "intrinsic motivation" OR "formative feedback" OR "active methodology" OR "active methodologies" OR "active learning" ) AND ( "academic performance" OR "student achievement" OR "learning outcomes" ) AND ( "architecture" OR "architectural education" OR "structural design" OR "structures" OR "structural courses" ) AND ( "higher education" OR "university" ) ) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2027
```

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante una ecuación booleana en Scopus utilizando el campo TITLE-ABS-KEY, con el fin de recuperar estudios que abordaran simultáneamente las variables centrales del análisis: motivación intrínseca, retroalimentación formativa y metodologías activas, en relación con el rendimiento académico en contextos de arquitectura, diseño estructural y enseñanza de estructuras dentro de la educación superior. Además, se incorporó un filtro temporal para incluir únicamente publicaciones entre 2010 y 2026, con el propósito de delimitar la revisión a literatura reciente y metodológicamente relevante.

### **Criterios de Inclusión y Exclusión**

Para salvaguardar la validez de constructo y la pertinencia disciplinar, se aplicaron los siguientes filtros:

#### **Criterios de Inclusión**

- Artículos científicos con revisión por pares (peer-reviewed).
- Estudios publicados en los últimos años (2010-2026).
- Investigaciones enmarcadas en la educación superior y que aporten evidencia empírica sobre al menos dos de las variables objeto de estudio.

#### **Criterios de Exclusión**

- Reportes teóricos sin datos empíricos, literatura gris y trabajos no vinculados al ámbito universitario.
- Se descartaron estudios con falta de especificidad en disciplinas técnicas o arquitectónicas para asegurar la relevancia de los hallazgos.

### **Síntesis de Datos**

El proceso de análisis se realizó garantizando la relevancia disciplinar de cada hallazgo mediante una síntesis crítica. Aunque el flujo de datos priorizó la profundidad cualitativa sobre el conteo cuantitativo de registros, la validez de esta revisión descansa en la exhaustividad del análisis comparativo de las fuentes seleccionadas.

## **RESULTADOS**

Esta sección presenta de manera estructurada los hallazgos de la revisión bibliográfica.

### **Influencia de las Metodologías Activas en la Motivación Intrínseca hacia el Análisis Estructural**

Los hallazgos derivados de la revisión sistemática indican que la implementación de metodologías activas en la enseñanza de estructuras genera un impacto positivo y multidimensional en la motivación intrínseca del estudiante. Este fenómeno se articula principalmente a través de cinco ejes estratégicos:

#### **Inversión del Aprendizaje y Autogestión (Flipped Classroom)**

El modelo de Flipped Classroom ha demostrado ser particularmente efectivo al trasladar la instrucción teórica fuera del aula, permitiendo que el tiempo presencial se dedique a actividades prácticas. Esta metodología incrementa el éxito académico, logrando que un mayor porcentaje de

estudiantes alcancen calificaciones superiores [8]. La capacidad de revisar lecciones bajo demanda resulta crucial para la comprensión de temas complejos, como los diagramas de corte y momento, lo que reduce la frustración y fomenta un sentimiento de competencia y autonomía, pilares de la motivación intrínseca [9].

### **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Pensamiento de Orden Superior**

La integración de problemas del mundo real en los cursos de ingeniería estructural obliga al estudiante a desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior. El ABP fomenta un compromiso más profundo con el contenido al dotar de sentido práctico al cálculo [10]. Se observa que, incluso en entornos de aprendizaje híbridos, esta metodología mantiene altos niveles de compromiso y mejora los resultados de aprendizaje al conectar la teoría con la resolución de desafíos técnicos auténticos [11].

### **Simulación Interactiva y Experiencialidad**

Las actividades de aprendizaje experiencial, como el diseño y construcción de modelos físicos y el uso de simuladores interactivos, actúan como catalizadores del interés. Estas herramientas permiten a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en escenarios prácticos de forma inmediata, lo que refuerza la curiosidad y el deseo de exploración disciplinar [12], [13].

### **Sistemas de Evaluación Continua y Adaptativa**

La transición de exámenes tradicionales hacia sistemas de evaluación continua y retos basados en retroalimentación inmediata ha mostrado una mejora significativa en el engagement. Las herramientas de evaluación dinámica permiten al estudiante monitorear su propio progreso en tiempo real, lo que sostiene el esfuerzo y la motivación a lo largo del periodo académico [14].

### **Impacto de la Retroalimentación Formativa en la Convergencia entre Teoría Técnica y Aplicación Creativa**

Los resultados indican que la retroalimentación formativa continua no solo sirve como una herramienta de corrección, sino como un mecanismo articulador que reduce la brecha entre el conocimiento técnico-estructural y su aplicación en el taller de diseño. Este impacto se manifiesta a través de tres dimensiones principales:

#### **Estímulo de la Creatividad Colaborativa y el Diálogo Proyectual**

La retroalimentación sistemática fomenta la comunicación y el entendimiento dentro de los equipos de trabajo, factores críticos para la creatividad en el diseño. Este enfoque permite a los estudiantes divergir en sus ideas y explorar múltiples posibilidades estructurales desde diversas perspectivas antes de llegar a una solución definitiva [15]. Al implementar discusiones sobre "trabajos en progreso" (work-in-progress), se emula la colaboración creativa del mundo real, lo que incrementa la confianza de los estudiantes para integrar conceptos técnicos complejos en sus propuestas estéticas [16].

## **Resolución de Problemas Complejos y Aprendizaje Contextualizado**

La evidencia sugiere que la retroalimentación integrada en las diversas etapas del proceso de aprendizaje mejora significativamente la capacidad de resolver problemas de diseño complejos [17]. Al proporcionar una guía en tiempo real y específica al contexto, la retroalimentación formativa asegura que los conceptos teóricos de la ingeniería estructural no se perciban como abstracciones, sino como herramientas aplicables a escenarios prácticos inmediatos [16], [18]. Esto es particularmente evidente en el desarrollo de portafolios y tareas de diseño digital, donde el ajuste constante basado en críticas constructivas eleva la calidad técnica del resultado final [19].

## **Desarrollo de una Mentalidad Profesional e Innovación Tecnológica**

El proceso de retroalimentación facilita una transición cognitiva en el estudiante: de centrarse en el cumplimiento individual a adoptar una mentalidad de liderazgo y trabajo en equipo, esencial para la práctica profesional de la arquitectura. Además, la incorporación de tecnologías emergentes y herramientas de aprendizaje adaptativo —como el uso de redes neuronales dinámicas para el diseño— permite ofrecer rutas de aprendizaje personalizadas. Estos sistemas proporcionan retroalimentación inmediata sobre la viabilidad y calidad del diseño, acelerando la adquisición de habilidades y la sofisticación creativa del alumno [20].

## **Sinergia entre Retroalimentación y Motivación: De la Carga Matemática al Recurso de Diseño**

La interacción simultánea de la retroalimentación y la motivación constituye el motor de una transformación cognitiva fundamental: la transición de percibir las estructuras como una imposición técnica ("carga matemática") a entenderlas como un componente esencial de la creatividad ("recurso de diseño"). Los hallazgos revelan que esta transformación se sustenta en tres mecanismos clave:

### **La Retroalimentación como Catalizador de Competencia y Autonomía**

La efectividad de la retroalimentación no reside únicamente en su contenido técnico, sino en cómo influye en las metas de maestría del estudiante. Cuando la retroalimentación es percibida como útil, justa y oportuna, tiene el poder de predecir respuestas afectivas positivas y una mayor disposición al esfuerzo [21], [22]. En el contexto de las estructuras, la retroalimentación que integra elementos tanto de contenido (cálculo) como de forma (diseño) permite que el alumno reconozca su progreso, fomentando un sentido de competencia que es vital para la motivación intrínseca [23].

### **Relevancia y Aplicación en Proyectos Reales**

La motivación en la enseñanza de la arquitectura se potencia cuando los estudiantes ven la relevancia directa de lo que aprenden. La integración de problemas del mundo real y proyectos interdisciplinarios ayuda a que el cálculo estructural deje de ser una abstracción aislada [24], [25]. Las experiencias de aprendizaje transformador, que combinan la reflexión crítica con actividades prácticas (como la construcción a escala), permiten que el estudiante reinterprete las fórmulas

matemáticas no como obstáculos, sino como el lenguaje que posibilita la realización de sus ideas espaciales [26], [27].

### **Entornos de Aprendizaje Basados en el Diseño (Design-Based Learning)**

La creación de entornos de aprendizaje que fomenten la autorregulación y la autonomía es crucial. Cuando el feedback se diseña considerando el estado motivacional del estudiante, se promueve una mayor agencia sobre su propio proceso de diseño [28]. Al destacar los elementos estructurales como metáforas constructivas y no solo como datos numéricos, los educadores logran que los alumnos aprecien el valor estético y funcional de la mecánica de materiales, consolidando la estructura como un recurso creativo fundamental [24], [27].

### **Evidencia de Correlación entre Estrategias de Aprendizaje y Rendimiento en la Viabilidad Constructiva**

La revisión de la literatura científica confirma una correlación positiva y significativa entre la aplicación sinérgica de la motivación, el feedback y las metodologías activas con el incremento del rendimiento académico. Los datos permiten establecer que esta mejora no es solo cuantitativa (calificaciones), sino cualitativa en términos de competencia técnica y viabilidad de los proyectos:

### **Mediación de la Motivación y el Engagement en el Éxito Académico**

La evidencia demuestra que el feedback percibido no actúa de forma aislada, sino que su impacto en el éxito académico está mediado por la motivación y el compromiso (engagement) del estudiante [29]. En disciplinas técnicas, las evaluaciones basadas en retroalimentación formativa son preferidas por los alumnos debido a su naturaleza individualizada, lo que reduce el estrés académico y facilita un aprendizaje más profundo, impactando directamente en la calidad técnica de las propuestas estructurales [30].

### **Autoeficacia y Enfoques de Resolución Constructiva**

Existe una relación directa entre la autoeficacia motivacional y las puntuaciones obtenidas en cursos de ingeniería y estructuras [31]. Los estudiantes que emplean enfoques de "Resolución Constructiva de Problemas" (CPS) muestran una motivación académica significativamente mayor [32]. Este hallazgo es fundamental para la arquitectura, ya que sugiere que fomentar la confianza del estudiante en sus capacidades de cálculo mediante metodologías activas se traduce en diseños con una mayor coherencia y viabilidad constructiva.

### **Impacto de las Metodologías Activas y el Aprendizaje Estratégico**

El uso de estrategias de "aprendizaje profundo" frente al "aprendizaje superficial" correlaciona positivamente con el logro académico [33]. Metodologías como el aula invertida, el aprendizaje basado en proyectos y la gamificación han demostrado ser eficaces para mantener el interés y la persistencia del estudiante, especialmente cuando las intervenciones superan las ocho semanas y cuentan con feedback frecuente [34]. Esta persistencia es clave para que el alumno refine sus modelos estructurales hasta alcanzar soluciones técnicamente viables.

## **Sistemas Digitales y Feedback Inteligente**

La integración de plataformas de aprendizaje digital (DLPs) y sistemas de retroalimentación basados en inteligencia artificial ha mostrado mejoras sustanciales en indicadores clave de aprendizaje [35]. En la enseñanza de estructuras, estas herramientas permiten una validación técnica constante, asegurando que el estudiante reciba apoyo emocional y pedagógico mientras navega por la complejidad del diseño técnico.

### **DISCUSIÓN**

La interpretación de los hallazgos permite confirmar que la enseñanza de estructuras en la carrera de Arquitectura ha dejado de ser una transmisión lineal de fórmulas para convertirse en un ecosistema pedagógico complejo. La efectividad del aprendizaje no depende únicamente de la claridad del contenido técnico, sino de la sinergia estratégica entre la motivación, la retroalimentación y la metodología aplicada.

#### **La Transformación de la Percepción Disciplinar**

Uno de los puntos más relevantes de este análisis es la superación de la barrera psicológica frente al cálculo estructural. Tradicionalmente, la matemática ha sido percibida por el estudiante de arquitectura como una carga ajena a la creatividad. Sin embargo, la evidencia sugiere que cuando se aplican metodologías activas —como el aula invertida o el aprendizaje basado en problemas—, esta percepción se transforma. El cálculo deja de ser un fin en sí mismo para convertirse en un medio que otorga "poder de diseño". Al entender cómo y por qué una estructura se sostiene a través de simulaciones y modelos físicos, la motivación intrínseca del alumno se dispara, ya que visualiza la viabilidad de sus propias ideas espaciales.

#### **El Feedback como Puente entre Técnica y Estética**

La retroalimentación formativa emerge como el componente crítico que une el rigor de la ingeniería con la libertad del taller de diseño. No se trata simplemente de corregir errores en un examen, sino de acompañar el proceso creativo. Esta guía continua permite que el estudiante experimente con formas innovadoras bajo una red de seguridad técnica. Al recibir comentarios sobre los pasos intermedios y no solo sobre el resultado final, el alumno desarrolla una mayor autoeficacia: se siente capaz de dominar la técnica. Esta confianza es la que finalmente permite que la estructura se integre de forma orgánica en el proyecto arquitectónico desde su concepción, evitando que sea un añadido posterior "forzado" por la normativa.

#### **Sinergia y Rendimiento Académico Real**

La discusión de los resultados apunta a que el rendimiento académico no debe medirse únicamente por la nota de un examen, sino por la viabilidad constructiva de las propuestas de diseño. Existe una correlación clara: a mayor nivel de retroalimentación y participación activa, mayor es la calidad técnica del proyecto. La sinergia detectada demuestra que estas estrategias se refuerzan entre sí: la metodología activa genera el interés inicial; la motivación intrínseca sostiene

el esfuerzo ante la complejidad matemática; y la retroalimentación formativa asegura que ese esfuerzo se traduzca en un conocimiento aplicado y profesional.

### **Desafíos para la Implementación**

A pesar de los beneficios evidentes, la discusión también plantea retos institucionales. La transición hacia este modelo sinérgico requiere un cambio en el rol del docente, quien pasa de ser un conferencista a ser un mentor técnico-creativo. Asimismo, el uso de plataformas digitales y herramientas de simulación exige una actualización constante de los recursos educativos. No obstante, el costo de implementación se ve ampliamente compensado por la formación de arquitectos más integrales, capaces de dialogar con la ingeniería desde una posición de conocimiento y creatividad técnica.

### **CONCLUSIONES**

La investigación permite concluir que la enseñanza de estructuras en la carrera de Arquitectura alcanza su máxima eficacia cuando se desplaza el enfoque desde la memorización de fórmulas hacia un ecosistema pedagógico basado en la sinergia entre la motivación, el feedback y la metodología activa. Se ha demostrado que la implementación de estrategias como el aula invertida y el aprendizaje basado en problemas no solo reduce la resistencia psicológica hacia el cálculo matemático, sino que transforma la percepción del estudiante, quien deja de ver la estructura como una carga técnica para integrarla como un recurso generador de forma y espacio. Esta transición cognitiva es fundamental para el desarrollo de una autonomía creativa que no sacrifica el rigor técnico, permitiendo que los futuros arquitectos asuman la viabilidad constructiva como una parte intrínseca de su lenguaje proyectual.

Asimismo, la evidencia sostiene que la retroalimentación formativa actúa como el motor que sostiene esta transformación, cerrando la brecha entre la teoría de la ingeniería y la aplicación estética en el taller. Al proporcionar una guía constante y procesual, se fomenta un sentido de autoeficacia que impacta directamente en el rendimiento académico, medido no solo en calificaciones, sino en la sofisticación técnica de las propuestas arquitectónicas. En definitiva, el éxito en la formación estructural de los arquitectos modernos depende de un diseño instruccional que priorice el acompañamiento continuo y la relevancia práctica, asegurando que el conocimiento técnico se convierta en una herramienta de innovación y no en un obstáculo para la creatividad.

## REFERENCIAS

- [1] Endres P.D. and Wetzel C., “Structure and architecture in the design studio,” in *Structures and Architecture* , CRC Press, 2013, pp. 1875–1882. Accessed: Mar. 09, 2026. [Online]. Available: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/b15267-256/structure-architecture-design-studio-endres-wetzel>
- [2] S. Kathrina, “Iterating Structures: Teaching Engineering as Design,” *Journal of Architectural Engineering*, vol. 20, no. 3, p. 05014003, Sep. 2014, doi: 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000152
- [3] I. K. Chang, M. P. Callahan, P. Lu, H. Y. Chan, and S. Luong, “Teaching seismic and wind subjects to architecture students,” in *Structures and Architecture: Concepts, Applications and Challenges - Proceedings of the 2nd International Conference on Structures and Architecture, ICSA 2013*, 2013, pp. 1206–1213. doi: 10.1201/b15267-168.
- [4] M. Callahan, S. Shadravan, and C. Leinneweber, “Blending structural application into architectural design studios,” in *Structures and Architecture - Proceedings of the 3rd International Conference on Structures and Architecture, ICSA 2016*, 2016, pp. 814–821. doi: 10.1201/b20891-113.
- [5] O. S. LoPiccolo, “Implementing student-built physical models: Advanced framing and 3" cube to improve spatial reasoning ability among freshmen architectural engineering and construction management students,” in *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2011. [Online]. Available: <https://scopus.puce.elogim.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85029034713&partnerID=40&md5=c9cf29af56c922bb06da18c391f6b07a>
- [6] N. G. Canakcioglu, O. Karadag, and Y. E. Esgin, “Structural literacy in architectural studio learning,” *European Journal of Engineering Education*, vol. 49, no. 5, pp. 965–991, 2024, doi: 10.1080/03043797.2024.2378861.
- [7] B. T. E and M. R. M, “The Bowers Program: Effects of Cross-Disciplinary Design Activities on Architectural Engineering Student Performance,” *Journal of Architectural Engineering*, vol. 9, no. 4, pp. 119–125, Dec. 2003, doi: 10.1061/(ASCE)1076-0431(2003)9:4(119).
- [8] J. Cleary, “Using the Flipped Classroom Model in a Junior Level Course to Increase Student Learning and Success,” *Journal of Civil Engineering Education*, vol. 146, no. 3, 2020, doi: 10.1061/(ASCE)EI.2643-9115.0000015.
- [9] M. H. Head, C. Aloupis, J. H. Hanson, and A. A. Jayne, “Promoting Student Learning and Teaching in the Virtual Environment and In-Person Promoting Student Learning and Teaching in the Virtual Environment and In-Person,” in *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2022. [Online]. Available:

- <https://scopus.puce.elogim.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85138308707&partnerID=40&md5=32194f9a12f9c7b1a4924513dcc15e0f>
- [10] D. P. McCrum, “Evaluation of creative problem-solving abilities in undergraduate structural engineers through interdisciplinary problem-based learning,” *European Journal of Engineering Education*, vol. 42, no. 6, pp. 684–700, 2017, doi: 10.1080/03043797.2016.1216089.
- [11] M. X. Rodríguez-Paz *et al.*, “The Digital Transformation of Structural Analysis Courses: Implemented Changes in Recent Years,” in *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2025. doi: 10.18260/1-2--57211.
- [12] V. Carbonell, C. Romero, E. Martínez, and M. Flórez, “Interactive simulations as teaching tools for engineering mechanics courses,” *Eur. J. Phys.*, vol. 34, no. 4, pp. 991–1004, 2013, doi: 10.1088/0143-0807/34/4/991.
- [13] S. Motaref, “Exploring Experiential Assessment in Mechanics of Materials: A Departure from Traditional Examinations,” in *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2024. [Online]. Available: <https://scopus.puce.elogim.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85202020149&partnerID=40&md5=55010b53ced0299ae8bc32a5f9b5bde9>
- [14] J. G. Rangel-Ramirez, S. E. Crespo, M. X. Rodríguez-Paz, and L. H. H. Carrasco, “A Continuous Evaluation System for a Challenge-Based Structural Engineering Courses,” in *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 2024. [Online]. Available: <https://scopus.puce.elogim.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85202057522&partnerID=40&md5=d121aebc42d91440f77da23fb621f009>
- [15] M. Akaki and T. Maeno, “THE SYSTEMATIC FEEDBACK METHOD FOR IDEATION MODE IN WORKSHOPS,” in *Proceedings of the Design Society*, 2023, pp. 3523–3532. doi: 10.1017/pds.2023.353.
- [16] K. McLachlan and N. Tippet, “Kickstarting creative collaboration: placing authentic feedback at the heart of online digital media education,” *Assess. Eval. High. Educ.*, vol. 49, no. 2, pp. 246–261, 2024, doi: 10.1080/02602938.2023.2209295.
- [17] B. Frank, N. Simper, and J. Kaupp, “Formative feedback and scaffolding for developing complex problem solving and modelling outcomes,” *European Journal of Engineering Education*, vol. 43, no. 4, pp. 552–568, 2018, doi: 10.1080/03043797.2017.1299692.
- [18] K. W. Michael Siu, “Formative student feedback: Enhancing the quality of learning and teaching,” in *Enhancing Learning and Teaching Through Student Feedback in Engineering*, 2012, pp. 43–59. doi: 10.1016/B978-1-84334-645-6.50003-3.
- [19] E. Kalaitzopoulou, P. Matthews, S. Mystakidis, and A. Christopoulos, “Engagement with Optional Formative Feedback in a Portfolio-Based Digital Design Module,” *Information (Switzerland)*, vol. 14, no. 5, May 2023, doi: 10.3390/info14050287.

- [20] J. Bai and A. Mohan Singh, "Exploring Computer-Aided Environmental Art Design: A Course Overview," *Data and Metadata*, vol. 4, Jan. 2025, doi: 10.56294/dm2025488.
- [21] S. Söderström, T. Palm, and C. Granberg, "The effects of mathematical ability and motivational beliefs on students' perceptions of feedback usefulness," *Front. Educ. (Lausanne)*, vol. 9, 2024, doi: 10.3389/educ.2024.1374664.
- [22] J.-W. Strijbos, R. J. Pat-El, and S. Narciss, "Structural validation of a feedback perceptions questionnaire," in *Learning in the Disciplines: ICLS 2010 Conference Proceedings - 9th International Conference of the Learning Sciences*, 2010, pp. 334–335. [Online]. Available: <https://scopus.puce.elogim.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84880547465&partnerID=40&md5=9ff59caa8df29e3030be37615e455e12>
- [23] B. Qi, L. Ma, and X. Wang, "Using meta-analytic path analysis to examine mechanisms relating students' perceived feedback, motivation, self-efficacy, and academic performance," *Learn. Motiv.*, vol. 88, 2024, doi: 10.1016/j.lmot.2024.102059.
- [24] V. Induja, M. G. Nair, and A. Suryan, "Transdisciplinary learning exercise on post occupancy evaluation and retrofitting of built spaces," *Environ. Dev. Sustain.*, vol. 27, no. 9, pp. 20493–20517, 2025, doi: 10.1007/s10668-022-02531-z.
- [25] Y. Hu, S. Grigoryan, N. Ullah, and M. Ding, "Application of Outcome-Based Education Framework for the 'Design Workshop' Course in Emerging Engineering Education," in *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 2022. doi: 10.1109/FIE56618.2022.9962593.
- [26] L. Mackintosh, "Just doing it: The role of experiential learning and integrated curricula in architectural education," *International Journal of Pedagogy and Curriculum*, vol. 20, no. 3, pp. 67–78, 2014, doi: 10.18848/2327-7963/cgp/v20i03/48969.
- [27] E. V. Ellis and D. A. Kratzer, "Transforming structure: The metaphorical construction process and structural design," in *Structures and Architecture: Bridging the Gap and Crossing Borders - Proceedings of the 4th International Conference on Structures and Architecture, ICSA 2019*, 2019, pp. 540–547. doi: 10.1201/9781315229126-64.
- [28] T. Lorenz, A. B. H. de Bruin, and R. Crutzen, "Effects of item-based feedback in Computer-Based Learning environments on autonomous motivation: a systematic review," Dec. 01, 2025, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.chbr.2025.100818.
- [29] L. Ukaj and A. Reshani, "The Mediating Role of Motivation and Students' Engagement in the Relationship Between Perceived Feedback and Academic Success," *Human Research in Rehabilitation*, vol. 15, no. 1, pp. 69–81, 2025, doi: 10.21554/hrr.042506.
- [30] E. L. Dietrich and S. C. McWatt, "Exploring perceptions of alternative assessment and grading in graduate anatomy education," *Anat. Sci. Educ.*, vol. 18, no. 2, pp. 172–191, Feb. 2025, doi: 10.1002/ase.2550.

- [31] N. Fang, “Correlation between students’ motivated strategies for learning and academic achievement in an engineering dynamics course,” *Global Journal of Engineering Education*, vol. 16, no. 1, pp. 6–12, 2014, [Online]. Available: <https://scopus.puce.elogim.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84899486992&partnerID=40&md5=8a508cb22bf1f0e6f6be69b71b4868d6>
- [32] A. Bedel and E. Hamarta, “The Relationship between Interpersonal Problem Solving and Academic Motivation 1,” 2014. [Online]. Available: <http://ilkogretim-online.org.tr>
- [33] Å. Diseth and T. Kobbeltvedt, “A mediation analysis of achievement motives, goals, learning strategies, and academic achievement,” *British Journal of Educational Psychology*, vol. 80, no. 4, pp. 671–687, 2010, doi: 10.1348/000709910X492432.
- [34] L. M. G. Costa and M. J. C. S. Reis, “Motivational Teaching Techniques in Secondary and Higher Education: A Systematic Review of Active Learning Methodologies,” Sep. 01, 2025, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/digital5030040.
- [35] N. Monazam-Tabrizi, Y. Kurt, and W. il K. Kang, “Navigating learning disruptions: The role of digital learning platforms in student motivation, feedback and emotion,” *Comput. Educ.*, vol. 246, Jun. 2026, doi: 10.1016/j.compedu.2025.105534.