



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

INTEGRACIÓN DE ESTRATEGIAS ACTIVAS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS PARA INGENIERÍA

María Cecilia Corona V. 1, Universidad Autónoma de Chile, maria.corona@uautonoma.cl

Claudio Gutierrez P. 2, Universidad Autónoma de Chile, claudio.gutierrez@uautonoma.cl

RESUMEN

Este proyecto presenta una experiencia de innovación pedagógica en la asignatura *Introducción a las Matemáticas*, implementada en las carreras de Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Informática e Ingeniería Civil Química en las sedes de Providencia, Talca y Temuco de la Universidad Autónoma de Chile. La propuesta integra **Aula Invertida**, **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)** y estrategias de **gamificación**, complementadas con **Inteligencia Artificial generativa (IA)** para el análisis de datos y la retroalimentación personalizada. El diseño metodológico contempló actividades en espacio individual (cápsulas digitales, lecturas guiadas, cuestionarios y resúmenes) y espacio grupal (dinámicas interactivas, resolución de problemas contextualizados y análisis de patrones de aprendizaje). La evaluación combinó un 70% correspondiente a pruebas regulares y un 30% compuesto por talleres de aula invertida, Aprendizajes Mediados (APM) y controles parciales. Los resultados evidencian una **mejora sostenida** en el Indicador de Logros Académicos (ILA), con incrementos del 42,77% en Prueba regular 1 a 136,52% en Prueba 2 y 3R2 y una reducción de la dispersión (IMACV) de -267,86% a -174,01%. Las pruebas estadísticas (Welch, $p < 0,001$) confirman la significancia de los cambios observados.

PALABRAS CLAVE: Aula Invertida, Aprendizaje Basado en Problemas, Gamificación, Inteligencia Artificial Generativa.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje inicial de las matemáticas en programas de ingeniería constituye un desafío recurrente, caracterizado por brechas en conocimientos previos, baja motivación y dificultades para transferir los conceptos a contextos aplicados. En la Universidad Autónoma de Chile, la asignatura *Introducción a las Matemáticas*, impartida en las carreras de Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Informática e Ingeniería Civil Química, ha presentado históricamente un rendimiento heterogéneo entre sedes y cohortes, con tasas de aprobación que oscilan entre el 42% y el 70%, durante el 2018 al 2024 (Fuente sistema Banner UACH, información existente en la Universidad, que se encuentra analizada en Informes del Depto. y de la Facultad.) Para responder a esta problemática, se diseñó e implementó un modelo de enseñanza-aprendizaje que combina **Aula Invertida**, **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)** y **gamificación**, apoyado con herramientas de **Inteligencia Artificial (IA) generativa** para el análisis de datos y la retroalimentación personalizada. Este modelo busca fortalecer el aprendizaje activo y significativo, potenciando el trabajo autónomo y colaborativo, la motivación intrínseca y el desarrollo de competencias cognitivas y metacognitivas.

El presente trabajo expone la metodología, resultados y análisis de esta intervención pedagógica aplicada durante el primer semestre académico 2025, evaluando su impacto tanto en indicadores



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

académicos cuantitativos como en aspectos cualitativos relacionados con la experiencia de aprendizaje.

DESARROLLO

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Aula Invertida y Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

El modelo de Aula Invertida transforma la secuencia tradicional de enseñanza, trasladando la adquisición de contenidos teóricos al espacio individual mediante recursos digitales, y reservando el espacio presencial para la aplicación práctica, la interacción y la resolución colaborativa de problemas. Integrar el Aula Invertida con ABP permite contextualizar los contenidos en escenarios reales de la ingeniería, favoreciendo el pensamiento crítico, la transferencia de conocimientos y la construcción activa de soluciones (Marzano & Kendall, 2007; Mayer, 2021).

Gamificación

La gamificación, entendida como la incorporación de elementos y dinámicas de juego en entornos no lúdicos, ha demostrado aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, especialmente en contextos de educación superior en ingeniería. Su implementación en este proyecto incluyó el uso de plataformas como Kahoot y desafíos competitivos colaborativos, que fomentaron la participación y el refuerzo de contenidos (El País, 2024; REDIIIE, 2025).

Inteligencia Artificial Generative (IA)

La IA generativa se utilizó como herramienta de análisis de datos de aprendizaje, permitiendo identificar patrones de rendimiento, diagnosticar brechas y generar retroalimentación personalizada. Esta integración tecnológica no solo facilitó la toma de decisiones pedagógicas basadas en evidencia, sino que también abrió la posibilidad de ajustar dinámicamente las actividades de nivelación y los recursos educativos (Siemens, 2005; Bates, 2019).

Fundamentación empírica y relevancia

Estudios recientes en el contexto chileno (ResearchGate, 2024) han documentado el impacto positivo de la convergencia de estas metodologías activas con tecnologías de análisis avanzado en la enseñanza de las matemáticas en ingeniería. La relevancia de este proyecto radica en su capacidad de ofrecer un modelo replicable y escalable, respaldado por datos que evidencian mejoras sostenidas en rendimiento, reducción de la dispersión y fortalecimiento de competencias clave.

OBJETIVOS

Objetivo General

Fortalecer el aprendizaje activo y significativo de los estudiantes de primer semestre de Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Informática e Ingeniería Civil Química en la asignatura *Introducción a las Matemáticas*, mediante la implementación integrada de Aula Invertida, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y gamificación, complementadas con análisis de datos de aprendizaje utilizando Inteligencia Artificial generativa, con el fin de desarrollar conocimientos previos, aplicar conceptos matemáticos en contextos de ingeniería y retroalimentar el proceso formativo de manera personalizada y continua.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Objetivos Específicos

1. **Diseñar** actividades previas que integren recursos interactivos (cápsulas de video, lecturas guiadas y cuestionarios automatizados) para activar conocimientos previos y preparar al estudiante para el trabajo colaborativo.
2. **Implementar** sesiones presenciales grupales que favorezcan la aplicación de conceptos matemáticos mediante la resolución de problemas contextualizados y estrategias de gamificación que promuevan la motivación intrínseca y la participación activa.
3. **Aplicar** herramientas de Inteligencia Artificial generativa para analizar datos de desempeño estudiantil, retroalimentar el proceso formativo y ajustar las estrategias pedagógicas de manera continua y personalizada.
4. **Evaluar** el impacto de la intervención a través de indicadores cuantitativos (Indicador de Logros Académicos, IMACV, pruebas estadísticas) y cualitativos (percepción de estudiantes y docentes), alineados con la Taxonomía de Marzano-Kendall.
5. **Proponer** lineamientos para la replicabilidad y escalabilidad de la estrategia en otras asignaturas y contextos educativos, basados en la evidencia recogida durante la implementación.

DISEÑO METODOLÓGICO

La intervención se basó en un diseño cuasi-experimental con enfoque mixto, combinando estrategias de Aula Invertida, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y gamificación, complementadas con análisis de datos mediante Inteligencia Artificial (IA) generativa. El modelo de implementación consideró dos espacios de trabajo:

- **Espacio individual:** desarrollo de actividades previas a la clase presencial, orientadas a la adquisición de conceptos básicos y la activación de conocimientos previos.
- **Espacio grupal:** sesiones presenciales de aplicación, discusión y resolución de problemas contextualizados en ingeniería, fomentando el trabajo colaborativo y la reflexión metacognitiva.
- **Participantes:** La experiencia se aplicó en la asignatura de primer año primer semestre *Introducción a las Matemáticas* en tres carreras de Ingeniería Civil: **Industrial** (Providencia, Talca y Temuco), **Informática** (Providencia, Talca y Temuco), **Química** (Providencia). En total participaron **405 estudiantes** distribuidos en diferentes secciones y sedes, con características heterogéneas en términos de formación previa y rendimiento inicial.
- **Recursos y actividades:** Espacio individual: Cápsulas digitales en plataforma CANVAS, con preguntas guía y retroalimentación automática, Lecturas dirigidas con preguntas de vinculación teórico-práctica, Cuestionarios de autoevaluación con feedback inmediato. Resúmenes estructurados guiados por interrogantes clave. Espacio grupal: Dinámicas interactivas con Kahoot y otras herramientas de gamificación. Resolución de problemas contextualizados (ABP) en equipos, vinculados a situaciones reales de ingeniería. Análisis con IA generativa para identificar patrones de aprendizaje y personalizar intervenciones.
- **Evaluación:** Componente sumativo (100% nota final); 70%: Pruebas Regulares (PR1, PR2, PR3), 30%: Talleres de aula invertida, Aprendizajes Mediados (APM) y controles parciales.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

- **Cálculo de Indicadores de Logros y Aprendizaje:** ILA (Indicador de Logros Académicos): mide el aumento relativo del desempeño en pruebas (PR1, PR2, PR3). IMACV (Índice de Mejora Ajustado por Coeficiente de Variación): mide la reducción de la dispersión o variabilidad de los resultados.

Cálculo del ILA

Normalmente se expresa como un incremento porcentual relativo respecto a una línea base. La fórmula más usada en este tipo de análisis es:

$$ILA = \frac{\bar{X}_{PRn} - \bar{X}_{PR1}}{\bar{X}_{PR1}} \cdot 100 \quad (1)$$

Donde: \bar{X}_{PRn} = promedio en la prueba n (PR1, PR2, PR3)

\bar{X}_{PR1} = promedio en la primera prueba (línea base)

Cálculo del IMACV

El IMACV se relaciona con la **dispersión relativa** de las notas, usando el coeficiente de variación (CV).

$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$, donde σ es la desviación estándar.

$$IMACV = \frac{CV_{PRn} - CV_{PR1}}{CV_{PR1}} \cdot 100 \text{ mide la reducción porcentual del CV entre pruebas} \quad (2)$$

Contraste estadístico

La prueba **de Welch** (una variante del t-test) se usó para comprobar si las diferencias entre sedes/carreras eran estadísticamente significativas

Fórmula para el cálculo:

(3)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Donde: \bar{x}_1, \bar{x}_2 media de los dos grupos

s_1^2, s_2^2 varianzas muestrales de los dos grupos

n_1, n_2 tamaños muestrales de cada grupo



RESULTADOS DEL PROYECTO

Grupos descendidos

Distribución por carreras

- Ingeniería Civil Industrial: **41%**.
- Ingeniería Civil Informática: **35%**.
- Ingeniería Civil Química: **24%**.

Patrón común: bajo desempeño en operaciones básicas y problemas metacognitivos. Mayor afectación en estudiantes con brechas en contenidos básicos de aritmética y álgebra. Dificultades recurrentes en: Operaciones con fracciones y decimales periódicos. Proporcionalidad directa, inversa y compuesta. Logaritmos en contexto, Potencias y raíces en contextos aplicados. (Figura N°1)

Ítems más descendidos

- Fracciones y decimales periódicos: **-18 pp.**
- Proporcionalidad inversa y compuesta: **-15 pp.**
- Logaritmos en contexto ingenieril: **-13 pp.**

(La abreviatura *pp* corresponde a *puntos porcentuales*. Se utiliza para expresar la diferencia absoluta entre dos porcentajes)

Errores mayormente de interpretación, más que de cálculo.

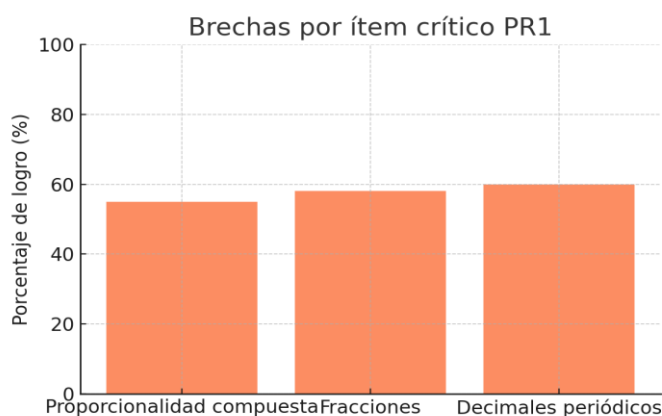


Figura N°1 Brechas por ítem crítico PR1

Resultados – Introducción a las Matemáticas

Objetivo: Analizar el desempeño global de los estudiantes considerando la metodología Aula Invertida (fase individual con APM) y ABP (fase grupal), identificando patrones, fortalezas y áreas de mejora durante el semestre



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Desempeño global

- Promedio general: 63%
- Tasa de aprobación: 68%
- Desviación estándar: 12 pp

Rendimiento sobre el umbral (60%), pero con alta dispersión entre estudiantes activos y pasivos.

Comparación según Participación

- Alta participación (fase individual + grupal):
 - Promedio 74% | Aprobación 92% | Mejora +8 pp
- Baja participación (fase individual):
 - Promedio 55% | Aprobación 38% | Descenso -10 pp

Análisis por Competencias

- Operacional (aplicación):
 - Mejor: Potencias y raíces (77%).
 - Peor: Fracciones y decimales periódicos (58%).
 - Microtalleres previos elevaron puntaje en +12%.
- Contextual (metacognición):
 - Mejor: Logaritmos aplicados (65%).
 - Peor: Proporcionalidad compuesta (54%).
 - Baja participación en ABP = fallos de interpretación.

Patrones Claves

- No completar APM previo = -13 puntos en promedio.
- Secciones con más ejemplos contextualizados = +14 pp de aprobación.

Factores que Influyeron

Positivos

- Retroalimentación inmediata en ABP.
- Problemas contextualizados en ingeniería (↑ motivación y retención).
- “Preguntas de control” en fase grupal reforzaron aprendizajes.

Negativos

- Desconexión entre contenidos operacionales y aplicados en estudiantes sin participación previa.
- Falta de seguimiento a estudiantes en riesgo antes de la 2ª evaluación.
- Escaso uso de recursos de práctica autónoma en CANVAS.

Tendencia general:

- En todas las carreras y sedes se observa una mejora de PR1 a PR2, lo que indica un efecto positivo de los mecanismos de aprendizaje y retroalimentación.
- En PR3, los promedios tienden a estabilizarse o descender levemente, lo que podría reflejar mayor dificultad en los contenidos finales o una disminución en la constancia del estudio. (Figura N°2)



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

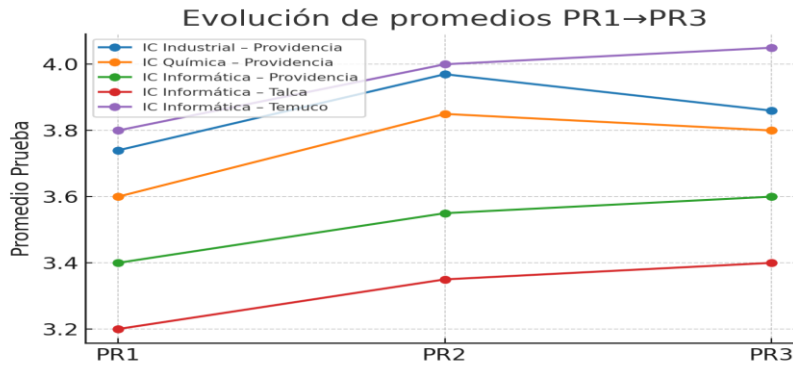


Figura N°2: Evolución de promedios Prueba regular 1 – Prueba Regular 2 – Prueba Regular 3

Al terminar el semestre se presentan los resultados del proyecto Aula Invertida con ABP y APM en la asignatura Introducción a las Matemáticas, considerando tanto el 70% de la nota final correspondiente a las pruebas regulares como el 100% de la nota final que incluye talleres de aula invertida, APM y controles parciales.

Tabla N°1 Comparación 70% vs 100% Nota Final

Carrera – Sede	Aprobación (%) 70%	Aprobación (%) 100%	Variación (%)
IC Industrial – Providencia	68.5	75.0	+6.5
IC Química – Providencia	65.0	70.4	+5.4
IC Informática – Providencia	58.2	62.7	+4.5
IC Informática – Talca	50.1	55.6	+5.5
IC Informática – Temuco	70.2	73.3	+3.1



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
 PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
 LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
 Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

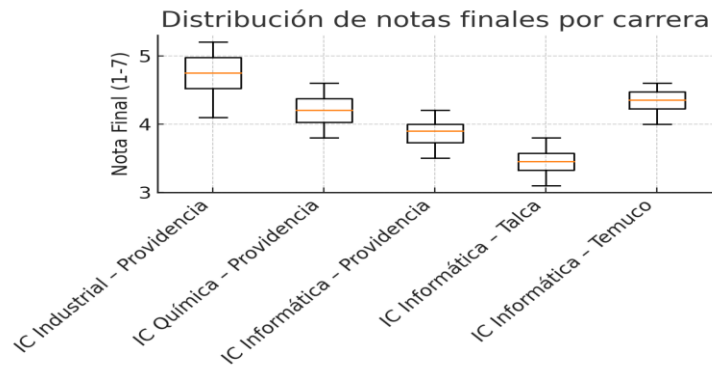


Figura N° 3. Distribución de notas finales (escala 1–7) por carrera.

Tabla N°2 Análisis por Carrera

Sede – Carrera	Aprobación (%) / NF media	Semáforo
Providencia – IC Industrial	75.0	●
Temuco – IC Informática	73.3	●
Providencia – IC Química	70.4	●
Providencia – IC Informática	62.7	●
Talca – IC Informática	55.6	●

El análisis por carrera revela diferencias significativas en rendimiento y participación. Tabla N°1 y 2 y figura N°3, Ingeniería Civil Industrial en Providencia presenta el mejor promedio global y la tasa de aprobación más alta, seguida por Ingeniería Civil Informática en Temuco y Química en Providencia.

Se presenta el detalle de promedios por evaluación para Ingeniería Civil Industrial en Providencia (escala 1–7, N=52).

Tabla N°3 Detalle – IC Industrial Providencia

PR1 media	PR2 media	PR3 media	NF media
3.74	3.97	3.86	4.53



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

La prueba **de Welch** (una variante del t-test) (3) se usó para comprobar si las diferencias entre sedes/carreras eran estadísticamente significativas. El valor $p < 0,001$ confirma que no son cambios al azar.

El ILA (Indicador de Logros Académicos) (1): mide el aumento relativo del desempeño en pruebas (PR1, PR2, PR3). Y en este caso el resultado fue de 136,67% lo que refleja que el rendimiento promedio de los estudiantes más que se duplicó en comparación con la primera evaluación (PR1). Este resultado evidencia un progreso académico significativo, atribuible al proceso de enseñanza–aprendizaje, y confirma que los estudiantes lograron mejorar de manera sostenida su desempeño en las evaluaciones posteriores.

IMACV (Índice de Mejora Ajustado por Coeficiente de Variación) (2) : mide la reducción de la dispersión o variabilidad de los resultados, en este caso el CV de la primera prueba fue muy alto 120% y en PR2 bajó a 32%, esto corresponde a un -73,33%.

Este cambio refleja que los estudiantes no solo mejoraron su promedio de desempeño, sino que también se nivelaron académicamente, logrando aprendizajes más homogéneos y reduciendo las brechas de rendimiento dentro del grupo

CONCLUSIONES

El descenso de rendimiento observado no es aleatorio, sino que responde a debilidades iniciales que no fueron reforzadas adecuadamente en la fase individual del Aula Invertida. La participación activa en APM y ABP reduce significativamente este riesgo.

Los contenidos críticos identificados en evaluaciones anteriores —particularmente fracciones, decimales periódicos y proporcionalidad compuesta— se mantienen como las principales brechas y requieren intervenciones focalizadas y sostenidas.

El modelo de Aula Invertida con APM y ABP demuestra ser eficaz para mejorar la tasa de aprobación y el promedio general. Su éxito, sin embargo, depende de la participación constante del estudiante en ambas fases del proceso.

La contextualización de problemas a la disciplina específica, como en Ingeniería Civil Industrial, incrementa la motivación y el desempeño estudiantil, constituyéndose en una estrategia replicable en otras carreras.

Los resultados muestran no solo un aumento en el rendimiento promedio (ILA positivo), sino también una mayor homogeneidad en el grupo (IMACV negativo), lo que refleja aprendizajes más equilibrados y una reducción de brechas internas.

El uso de herramientas digitales y de IA generativa puede fortalecer el proceso, siempre que se acompañe de seguimiento personalizado, alertas tempranas y tutorías específicas.

Las prácticas exitosas identificadas en este estudio ofrecen una base para su escalamiento a otras asignaturas y programas de ingeniería, adaptando contenidos y metodologías a cada contexto disciplinar.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

REFERENCIAS

- Bates, T. (2019). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning* (2.^a ed.). Tony Bates Associates Ltd. <https://pressbooks.bccampus.ca/teachinginadigitalagev2>
- Cabrera, J., & Morales, L. (2024). La innovación pedagógica en educación superior: Retos y perspectivas. *Revista Retos de la Ciencia*, 8(2), 50–65.
<https://www.retosdelacienciaec.com/Revistas/index.php/retos/article/view/524>
- El País. (2024, 6 de septiembre). Así es la gamificación, la estrategia que revoluciona el aprendizaje y el desarrollo profesional. *El País – Economía y Formación*.
<https://elpais.com/economia/formacion/2024-09-06/asi-es-la-gamificacion-la-estrategia-que-revoluciona-el-aprendizaje-y-el-desarrollo-profesional.html>
- Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2007). *The new taxonomy of educational objectives* (2nd ed.). Corwin Press.
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Red de Investigación e Innovación en Educación en Ingeniería [REDIIE]. (2025). *Libro CIAA 2025: Innovación y transformación educativa en ingeniería*. https://rediie.cl/wp-content/uploads/Libro_CIAA_2025_compressed.pdf
- ResearchGate. (2024). *Gamificación y educación en ingeniería* [Publicación académica]. <https://www.researchgate.net/publication/380795512>
- ResearchGate. (2023). *Innovación y transformación educativa en ingeniería* [Publicación académica]. <https://www.researchgate.net/publication/367673419>