

EDUCACIÓN, CREATIVIDAD E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: NUEVOS HORIZONTES PARA EL APRENDIZAJE. ACTAS DEL VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN, CINAIC 2025

María Luisa Sein-Echaluce Lacleta, Ángel Fidalgo Blanco y Francisco José García Peñalvo (coords.)

1ª Edición. Zaragoza, 2025

Edita: Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza.



Servicio de
Publicaciones
Universidad Zaragoza

EBOOK ISBN 978-84-10169-60-9

DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9



Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial (ccBY-NC). Ver descripción de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia a esta obra:

Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (coords.) (2025). *Educación, Creatividad e Inteligencia Artificial: nuevos horizontes para el Aprendizaje. Actas del VIII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2025 (11-13 de Junio de 2025, Madrid, España)*. Zaragoza. Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9

Aprendizaje Justo a Tiempo y Autoevaluación Basada en Certidumbre: Innovación Educativa en Matemáticas

Just-in-Time Learning and Certainty-Based Self-Assessment: Educational Innovation in Mathematics

Tomás Alcalá Nalvaiz¹, Marta Gómez Gómez², Inmaculada Gómez Ibáñez³, José Luis Gracia Lozano³,
Etelvina Javierre³, Víctor Laliena Bielsa³, Dolores Leris Lopez³
jtalcala@unizar.es, magomez@usj.es, igomez@unizar.es, jlgracia@unizar.es,
etelvina@unizar.es, laliena@unizar.es, dleris@unizar.es

¹Departamento de Métodos Estadísticos
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España

² Universidad San Jorge
Zaragoza, España

³Departamento de Matemática Aplicada
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España

Resumen- La calidad y durabilidad del conocimiento adquirido por nuestros alumnos tiene un impacto significativo en su éxito académico, tanto en el corto plazo como en las asignaturas que cursarán posteriormente. El objetivo de esta experiencia educativa es proporcionar un entorno de aprendizaje que les permita revisar y afianzar los conceptos y métodos necesarios para la asignatura de Matemáticas III en los grados de Ingeniería, promoviendo además un conocimiento más profundo y valioso. Esta experiencia se desarrolla en un entorno no presencial, con un diseño formativo basado en la estrategia *Just in Time Learning* y el uso de autoevaluaciones con puntuación basada en el grado de certidumbre (*certainty-based marking*). La evaluación de los resultados de esta experiencia se ha llevado a cabo mediante el análisis de la mejora en el rendimiento académico y el nivel de satisfacción del alumnado.

Palabras clave: *Aprendizaje Justo a Tiempo, Autoevaluación Formativa, Grados de Seguridad, Recuperación dirigida.*

Abstract- The quality and durability of the knowledge acquired by our students have a significant impact on their academic success, both in the short term and in the subjects they will take in the future. The goal of this educational experience is to provide a learning environment that allows students to review and reinforce the concepts and methods required for the mathematics III course in Engineering programs, while also fostering deeper and more valuable knowledge. This learning experience takes place online, with an instructional design based on the *Just in Time Learning* strategy and the use of certainty-based marking self-assessments. The evaluation of this experience has been carried out by analysing improvements in academic performance and student satisfaction levels.

Keywords: *Just in Time Learning, Formative Self-Assessment, Certainty Degrees, Targeted Retrieval.*

1. INTRODUCCIÓN

La retención de lo estudiado tras una sesión de aprendizaje comienza a disminuir de inmediato y a un ritmo acelerado, tal como lo demostraron los estudios del psicólogo Hermann Ebbinghaus (Murre y Dross, 2015). El olvido de lo aprendido es una preocupación constante para el profesorado,

especialmente en aquellos momentos de aprendizaje en los que es necesario construir nuevos saberes a partir de conceptos adquiridos en asignaturas anteriores.

A lo largo de su recorrido académico, los estudiantes universitarios cursan asignaturas que exigen la aplicación de conceptos estudiados en cursos previos. Su motivación, actitud y desempeño en la materia dependen, en parte, de la solidez y permanencia de esos conocimientos previos. Por esta razón, hemos diseñado una experiencia educativa que facilita el repaso y/o la consolidación de los saberes fundamentales necesarios para abordar el estudio de un tema específico.

Para generar el diseño instruccional, nos hemos planteado tres preguntas fundamentales: ¿en qué entorno se llevarán a cabo las prácticas de repaso?, ¿en qué momentos se realizarán? y ¿qué recursos se utilizarán para su implementación?

En cuanto a la primera cuestión, hemos decidido que las sesiones de repaso se realicen fuera del aula por dos razones principales. En primer lugar, dado que los contenidos a revisar no son nuevos, consideramos más eficiente que los estudiantes realicen estas actividades fuera del horario lectivo. En segundo lugar, la disponibilidad de recursos educativos en formato digital permite a los alumnos organizar su estudio de manera autónoma, dentro del plazo establecido por el profesorado.

Para determinar el momento adecuado para realizar las prácticas de repaso, hemos adoptado la estrategia del Aprendizaje Justo a Tiempo (*Just in Time Learning*), que consiste en adquirir —en nuestro caso repasar— conocimientos en el preciso instante en que se necesitan. Este enfoque contrasta con el Aprendizaje por si acaso (*Just in Case Learning*), donde los contenidos se aprenden sin la certeza de que serán utilizados en el futuro.

El término *Just in Time*, originado en el ámbito industrial, se refiere a producir solo lo necesario en el momento oportuno, evitando el almacenamiento innecesario. Este concepto fue adaptado al aprendizaje como: aprender lo necesario en el momento adecuado, sin retener conocimientos cuyo uso no sea inmediato.

Sin duda, el Aprendizaje Justo a Tiempo es la estrategia más adecuada para el repaso, ya que permite recuperar conocimientos adquiridos —quizás parcialmente olvidados— justo en el momento en que deben aplicarse. Lo entendemos como un precalentamiento cognitivo, una preparación esencial para facilitar la construcción de nuevos aprendizajes. Esta estrategia se encuentra alineada con la metodología *Flip Teaching* (Gómez-Gómez, Alcalá-Nalvaiz, Gómez-Ibáñez, Sein-Echaluze y Fidalgo-Blanco, 2023).

Finalmente, es fundamental decidir qué metodología consideramos más adecuada para la recuperación del conocimiento. No todas las estrategias de repaso generan el mismo impacto en la retención de lo aprendido. Según Endres, Kranzdorf, Schneider y Renkl (2020), las actividades de respuesta corta (recuperación dirigida) mejoran la retención de información específica, mientras que las tareas de recuerdo libre (recuperación holística) favorecen la evocación de un espectro más amplio de conocimientos. Dado que, en nuestro caso, es crucial que los estudiantes recuerden información concreta, hemos optado por la recuperación dirigida, utilizando preguntas de respuesta corta.

En consecuencia, hemos diseñado **unidades de refuerzo** en las que la actividad principal sea la **autoevaluación formativa**, basada en cuestionarios con un sistema de **calificación según el grado de certidumbre** (*certainty-based marking*, CBM). Está ampliamente demostrado que las autoevaluaciones potencian el aprendizaje, especialmente cuando incorporan **niveles de certidumbre** en las respuestas. Este enfoque, fundamentado en la teoría del conocimiento parcial (Leclercq, 1982), no solo permite a los estudiantes responder a las preguntas, sino también **evaluar su propia seguridad** en cada respuesta. Gracias a este enfoque, el estudiante puede identificar si su conocimiento es sólido y fiable, si es insuficiente o poco útil, o si su falta de conocimiento representa un riesgo (Gardner-Medwin & Gahan, 2003; Leclercq & Poumay, 2006).

En las próximas secciones, trataremos los siguientes asuntos:

- La descripción del diseño de las unidades de refuerzo, basado en autoevaluaciones formativas con CBM.
- El análisis del impacto en el rendimiento académico.
- La influencia en el proceso de estudio, analizando si la implementación de esta metodología modifica los hábitos y enfoques de los estudiantes hacia el aprendizaje.
- El análisis de la calidad del conocimiento demostrado en los cuestionarios.
- La utilidad del método de repaso según los estudiantes.

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

La experiencia educativa se ha implementado en la asignatura de Matemáticas III (Ecuaciones Diferenciales) del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) de la Universidad de Zaragoza. La actividad docente presencial de esta asignatura se complementa con actividades no presenciales a través de la plataforma Moodle, que sustenta el campus virtual de la universidad.

El objetivo general de la experiencia es superar el posible déficit en los conceptos previos (correspondientes a las asignaturas de Matemáticas I y II) para evitar que esto represente un obstáculo en el aprendizaje de los nuevos contenidos de la asignatura de Matemáticas III.

A. Diseño de la experiencia: recursos y metodología

La experiencia del profesorado responsable de la docencia de la asignatura de Matemáticas III ha aconsejado la creación de cuatro unidades de refuerzo, cada una enfocada a fortalecer conocimientos previos específicos y alineada con necesidades concretas de la asignatura que respaldan. Las dos primeras unidades se pusieron en marcha en el segundo cuatrimestre del curso 2023-2024 (febrero a mayo, 2024), dirigidas a los 236 estudiantes de la asignatura de Matemáticas III del GITI. En el curso académico 2024-2025, estamos realizando la segunda edición del proyecto (febrero a mayo, 2025), ampliando su alcance a todo el adiestramiento programado.

Cada unidad de refuerzo incluye elementos informativos y elementos interactivos. Los informativos son recursos textuales y audiovisuales que resumen los aspectos a revisar, mientras que el elemento interactivo y reflexivo es un cuestionario de opción múltiple con retroalimentación inmediata y CBM. Todos los recursos están alojados en un curso Moodle, lo que permite su reutilización, eliminación o modificación de manera sencilla.

Las claves de la implementación de los cuestionarios de autoevaluación en Moodle reflejan las características del diseño formativo. Son las siguientes:

- *Característica de Aprendizaje Justo a Tiempo.* Los cuestionarios están disponibles para los estudiantes durante un tiempo limitado (una semana), integrándose en la planificación de la asignatura de manera que la actividad se realice justo cuando los conocimientos revisados deben ser aplicados.
- *Característica de individualización.* Cada estudiante accede a una presentación individualizada del cuestionario, ya que el sistema Moodle selecciona de forma aleatoria las preguntas entre un total de 303 de opción múltiple, distribuidas en 22 categorías (ampliadas a 449 preguntas en 36 categorías en la segunda edición).
- *Característica de autorregulación.* Una vez iniciada la actividad por el estudiante, puede utilizar todo el tiempo en que está abierto el cuestionario para responder a las preguntas, lo que le permite organizar su tiempo de estudio de manera autónoma.
- *Característica de personalización.* Los cuestionarios están configurados para que, una vez enviada la respuesta, el sistema proporcione información inmediata sobre la opción correcta y la puntuación obtenida. Además, se ofrece retroalimentación específica, según la respuesta seleccionada, o general sobre la pregunta.

Por otro lado, la configuración de las autoevaluaciones con CBM en Moodle sigue las especificaciones del método descrito por Gardner-Medwin y Curtin (2007), que son las siguientes:

- *Los niveles de la escala de certidumbre.* Los estudiantes deben elegir entre tres niveles de certidumbre (C=1, 2, 3), que se describen en función de cuán probable estiman haber seleccionado la respuesta correcta.
- *El método de puntuación (Certainty Based Marking),* que integra lo cognitivo (acierto o fallo) con lo metacognitivo (grado de certidumbre, C=1, 2, 3), como se ve en la siguiente tabla 1.

Tabla 1

	C=1 p<67%	C=2 67%<p<80%	C=3 p>80%
Acierto	1	2	3
Fallo	0	-2	-6

B. Metodología de la investigación

El objetivo es determinar hasta qué punto este modelo de recuperación dirigida de lo previamente aprendido ha sido efectivo. En la siguiente sección aportamos datos sobre:

- La **calidad del conocimiento** demostrado en los cuestionarios con CBM, analizando los datos de la doble respuesta a cada pregunta (acierto/fallo y grado de certidumbre).
- El **impacto en el aprendizaje** de la asignatura, a través de los índices de participación, rendimiento y éxito en la evaluación sumativa final, así como en los niveles de las calificaciones obtenidas
- Finalmente, la **utilidad percibida** por los estudiantes del método de repaso *Just in Time Learning* y la influencia del diseño con CBM en su **proceso de estudio**.

3. RESULTADOS

Se ha logrado un alto nivel de permanencia de los estudiantes, como lo demuestran los datos de participación en las autoevaluaciones formativas. De los 236 estudiantes matriculados en la asignatura, 187 (79.24%) completaron el Test de repaso 1 y 180 (76.27%) realizaron el Test de repaso 2.

A. Calidad del conocimiento demostrado en los cuestionarios

Hemos analizado la calidad del conocimiento demostrado en los cuestionarios clasificándolo en tres tipos: conocimiento útil (Acierto, con alto nivel de confianza C=3), conocimiento no útil o desconocimiento (por falta de confianza: Acierto y C=1 ó 2; o por prudencia: Fallo, C=1 ó 2) y conocimiento perjudicial o nocivo (Fallo, con alto nivel de confianza C=3).

En la tabla 2 se muestran los datos de la distribución (en porcentaje) de la calidad del conocimiento en cada uno de los dos cuestionarios. Se puede observar que el conocimiento seguro y útil, aquel que no requiere que el aprendiz realice ninguna acción adicional, ha sido demostrado 3,5 veces más en el cuestionario 1 y 1,7 veces más en el cuestionario 2, en comparación con la suma del resto de conocimiento, que exige un repaso más intenso. Estos resultados sugieren la necesidad de profundizar en la formación de los temas del cuestionario 2.

Tabla 2

	Tipo de conocimiento		
	Perjudicial	No útil	Útil
Cuestionario 1. Repaso de Cálculo	6%	16%	78%
Cuestionario 2. Valores y Vectores Propios	12%	26%	62%

Los porcentajes de aciertos según el grado de certidumbre, reunidos en la tabla 3, muestran que, en ambos cuestionarios,

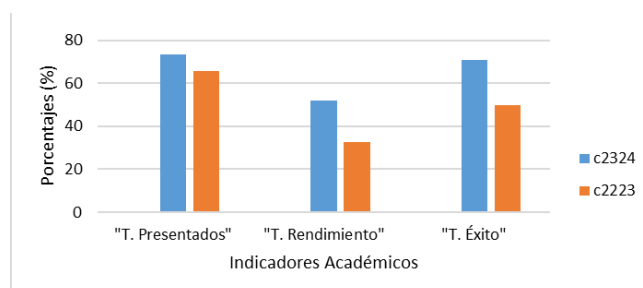
los estudiantes han entendido bien el significado de los tres niveles de la escala de certidumbre y han respondido con honestidad. En efecto, cuando están poco seguros (C=1), las frecuencias de acierto y fallo son similares, lo que parece indicar una respuesta al azar, y la frecuencia de aciertos concuerda con la probabilidad asignada al nivel (p<67%). En el grado intermedio de certidumbre (C=2), tienden a sobrestimar su conocimiento, mientras que en el grado alto de certidumbre (C=3), el porcentaje de aciertos se ajusta a la probabilidad del nivel (p>80%).

Tabla 3

	C=1 p<0.67	C=2 0.67<p<0.8	C=3 p>0.8
Cuestionario 1. Repaso de Cálculo	46.6%	66.5%	93%
Cuestionario 2. Valores y Vectores Propios	41.4%	58.8%	84.2%

B. Impacto en el aprendizaje.

Las calificaciones obtenidas en la primera convocatoria del curso 2023-24 mejoraron en comparación con el curso anterior. Puede apreciarse en las tasas de participación (porcentaje de presentados frente a matriculados), de rendimiento (porcentaje de aprobados respecto a matriculados) y de éxito (porcentaje de aprobados sobre presentados), mostradas en la figura 1, así como en la distribución de las calificaciones de la tabla 4.

**Figura 1****Tabla 4**

Calificación	2023/24	2022/23
No Presentado	26,7%	34,38%
Suspense	21,2%	32,81%
Aprobado	27,5%	21,88%
Notable	18,2%	7,81%
Sobresaliente	3,4%	1,56%
Matrícula de Honor	3,0%	1,56%

C. Influencia en el proceso de estudio y la utilidad percibida por el estudiante.

Al finalizar las dos unidades de refuerzo, se recopiló la opinión de los estudiantes mediante una encuesta de carácter exploratorio, diseñada ad hoc. Respondieron 115 (63.89%) de los 180 que completaron el cuestionario 2 de autoevaluación. En las tablas 5 y 6 se presentan los resultados de dos bloques de la encuesta, donde los estudiantes valoraron en una escala

Likert de cinco niveles (1 el más desfavorable y 5 el más favorable) varias afirmaciones sobre el proceso de estudio y la utilidad de la materia repasada.

Respecto a los datos reunidos en la tabla 5 sobre la influencia de la configuración de los cuestionarios con CBM en el proceso de repaso de los estudiantes, parece que ha generado un efecto positivo, ya que fomenta mayor atención (3.93) y la revisión de lo que no se recuerda bien (3.83). Sin embargo, la media de acuerdo con la metacognición disminuye a 3.52, reflejando una menor conciencia sobre lo que se sabe o no sobre un tema.

Tabla 5

	Media
He prestado más atención a mis respuestas.	3.93
Marcar el grado de certeza ha provocado que revisara lo que no recordaba bien.	3.83
Me ha resultado estimulante, un desafío.	3.54
Me ha ayudado a ser consciente de lo que sé y distinguirlo de lo que no sé.	3.52

Finalmente, los datos de la tabla 6, sobre la utilidad de las unidades de repaso para la asignatura, muestran que los estudiantes distinguen los tres primeros tópicos, cuyo repaso sigue más la estrategia *Just in Case*, de los tres últimos, que se revisan con la estrategia *Just in Time*.

Tabla 6

	Media
1. Propiedades de las funciones elementales.	3.87
2. Identidades trigonométricas.	3.91
3. Cónicas.	3.56
4. Métodos generales de integración.	4.31
5. Integración de funciones racionales.	4.24
6. Valores y vectores propios de matrices.	4.39

4. CONCLUSIONES

El diseño formativo de cada unidad de refuerzo sigue un esquema (véase sección 2) basado en métodos estudiados y fundamentados, y es transferible a cualquier asignatura. Recomendamos su uso con estudiantes cuyo nivel de autorregulación sea suficiente para ser capaces de gestionar su repaso de manera autónoma.

Respecto al valor de la intervención educativa, destacamos su eficacia, con indicios de mejora en el rendimiento académico en comparación con el curso anterior, si bien aún es prematuro emitir una evaluación concluyente. Además, la intervención es eficiente tanto para el estudiantado como para el profesorado. Para los estudiantes, contar con las actividades de refuerzo les ha permitido focalizar el repaso en los contenidos relevantes, sin pérdidas de tiempo y esfuerzo en la búsqueda de materiales y sin incertidumbre sobre qué repasar. Para el profesorado, resultan fundamentales la automatización de las autoevaluaciones, la posibilidad de reutilizar los recursos en cursos posteriores y la facilidad para realizar ajustes o modificaciones en los materiales.

En cuanto a las lecciones aprendidas, hemos identificado dos momentos sobre las que realizaremos acciones de mejora. Por un lado, sería conveniente orientar a los estudiantes sobre cómo actuar cuando no están seguros de la respuesta, hasta alcanzar una mayor certidumbre. Por otro, una vez respondida la pregunta, el tipo de conocimiento identificado podría activar acciones específicas. Si bien una respuesta errónea con alta certidumbre genera un nivel de sorpresa tal que, al recibir la respuesta correcta o una retroalimentación inmediata —como en esta experiencia—, ya se facilita un aprendizaje duradero (Butterfield y Metcalfe, 2006), nos parece que convendría reforzar aún más a aquellos estudiantes con un nivel de certidumbre intermedio o bajo.

Finalmente, esta experiencia puede considerarse sostenible, ya que a su eficacia y eficiencia se añade la simplicidad de la metodología empleada. Esta combinación ha favorecido el compromiso del profesorado participante con mantener, mejorar y difundir la experiencia. Además, estas características hacen que la propuesta resulte potencialmente atractiva para su aplicación en otras asignaturas y contextos educativos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido apoyado por el Vicerrectorado de Política Académica de Universidad de Zaragoza a través de dos proyectos consecutivos PIIDUZ_23_4689 y PIIDUZ_24_5205.

REFERENCIAS

- Butterfield, B., & Metcalfe, J. (2006). The correction of errors committed with high confidence. *Metacognition Learning* 1, 69–84 doi.org/10.1007/s11409-006-6894-z
- Endres, T., Kranzdorf, L., Schneider, V. & Renkl, A. (2020) It matters how to recall – task differences in retrieval practice. *Instructional Science*, 48, 699–728 doi.org/10.1007/s11251-020-09526-1
- Gardner-Medwin, A. & Gahan, M. (2003). Formative and Summative Confidence-Based Assessment. *Proc. 7th International Computer-Aided Assessment Conference*, Loughborough, UK, July 2003, pp. 147–155. www.tmedwin.net/~ucgbarg/tea/caa03a.pdf
- Gardner-Medwin, A. & Curtin, N. (2007). *Certainty-Based Marking (CBM) for reflective learning and proper knowledge assessment*. REAP Int. Online Conf. on Assessment Design for Learner Responsibility. www.ucl.ac.uk/lapt/REAP_cbm.pdf
- Gómez-Gómez, M., Alcalá-Nalvaiz, J. T., Gómez-Ibáñez, I., Sein-Echaluce, M. L., & Fidalgo-Blanco, Á. (2023). A tool to analyze the satisfaction impact of the MFT method. En F. J. García-Peñalvo & A. García-Holgado (Eds.), *Proceedings TEEM 2022: Tenth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 998–1006). Springer, Singapore. doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1_105
- Leclercq, D., & Poumay, M. (2006). *Metacognitive indices for realism in self-assessment*. www.labset.net
- Murre, J.M.J. & Dros, J. (2015) Replication and Analysis of Ebbinghaus' Forgetting Curve. *PLoS ONE*, 10(7): e0120644. doi.org/10.1371/journal.pone.0120644