

# Análisis del impacto en el aprendizaje del entrenamiento mediante ejercicios con errores controlados

## Analysis of the impact of error-controlled exercise training on learning

Arévalo-Lomas L., Sánchez-Canales M., Izquierdo-Díaz M., Biosca B., Bolonio D., Barrio-Parra F., Castells B., Amez I., Sánchez-Palencia Y., Fernandez-GutierrezdelAlamo L.

lucia.arevalo@upm.es, maria.scanales@upm.es, miguel.izquierdo@upm.es, barbara.biosca@upm.es, david.bolonio@upm.es, fernando.barrio@upm.es, b.castells@upm.es, isabel.amez@upm.es, yolanda.sanchezpalencia@upm.es, luis.fdezgda@gmail.com

Departamento de Energía y Combustibles  
E.T.S.I. Minas y Energía (Universidad Politécnica de Madrid)  
Madrid (España).

**Resumen** - En este artículo se presenta la experiencia de innovación docente introducida en asignaturas impartidas en la E.T.S.I. Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid, basada en el entrenamiento con ejercicios que contienen errores controlados. Se analizan los resultados obtenidos con el empleo de esta metodología y su impacto en el aprendizaje. Se han preparado diversos ejercicios de entrenamiento que contienen errores comunes cometidos por los alumnos en tres asignaturas: Química, Gestión de Empresas y Expresión Gráfica. Los ejercicios de entrenamiento consisten en preguntas breves de respuesta rápida con cuatro posibles opciones de respuesta. Para el análisis del impacto en el aprendizaje se han tenido en cuenta los resultados obtenidos por los alumnos en las pruebas de evaluación y la percepción del alumnado consultándoles a través de una encuesta. En las dos primeras asignaturas, los ejercicios de evaluación no contenían errores, mientras que, en Expresión Gráfica éstos se basaron en la detección de errores controlados. En las asignaturas de Química y Gestión de Empresas, el entrenamiento con errores controlados ha mejorado las calificaciones obtenidas por el alumnado. Además, en el caso de Expresión Gráfica, los resultados muestran cómo el uso de errores controlados mejora la clasificación de los alumnos.

**Palabras clave:** Mejora del aprendizaje, distribución de resultados, entrenamiento con errores controlados.

**Abstract** - This article presents the experience of teaching innovation introduced in subjects taught at the E.T.S.I. Minas y Energía of the Universidad Politécnica de Madrid, based on training with exercises containing controlled errors. The results obtained with the use of this methodology and its impact on learning are analysed. Several training exercises have been prepared containing common errors made by students in three subjects: Chemistry, Business Management and Graphic Expression. The training exercises consist of short quick-answer questions with four possible answer options. For the analysis of the impact on learning, the results obtained by the students in the assessment tests and the students' perception by means of a survey were taken into account. In the first two subjects, the assessment exercises were error-free, while in Graphic Expression they were based on the detection of controlled errors. In the subjects of Chemistry and Business Management, error-controlled training has improved the

marks obtained by the students. Moreover, in the case of Graphic Expression, the results show how the use of controlled errors improves the students' classification.

**Keywords:** Learning improvement, distribution of results, error-controlled training.

### 1. INTRODUCCIÓN.

El constructivismo es el conjunto de concepciones que proporciona una base sólida para entender que el aprendizaje no es un fenómeno exclusivo de la escuela y de las aulas, sino que ocurre permanentemente en las personas en sus medios de socialización (Ordóñez, 2004). Por otro lado, cometer errores es algo que nos acompaña a lo largo de nuestra vida. El efecto que esos errores provocan en cada persona puede ser diferente: podemos no detectar el error y tropezar con esa "piedra" en multitud de ocasiones o, en el extremo opuesto, podemos aprender rápidamente de ese error e intentar no volver a cometerlo. En cualquier caso, lo que parece innegable es que cada error cometido es una oportunidad para el aprendizaje, en línea con lo propuesto por varios autores (Manrique y Puente, 1999; Briceño, 2009) por lo que parece lógico utilizar herramientas focalizadas en los errores para potenciar el aprendizaje.

Cuando un alumno estudia para una prueba de evaluación, es habitual que le surjan dudas que en ese momento no pueden consultar al profesor, por lo que contar con herramientas o recursos que les ayuden a solventarlas de manera autónoma (Amez, et al 2019, Castells, et al 2019) es de gran ayuda. Una forma de optimizar el tiempo que los alumnos dedican al estudio autónomo es realizar entrenamientos con errores controlados introducidos en las preguntas que refuerzan el aprendizaje, en forma de autoevaluaciones o pruebas parciales. Cuando se incluyen errores que deben ser detectados en diferentes tipos de preguntas, al alumnado no sólo le sirve "aprenderse de memoria" la materia para el día de la evaluación, sino que se ve obligado a reflexionar sobre lo que sabe. Van Lehn (1999) argumenta en su teoría CASCADE que los errores pueden desencadenar reflexiones que conducen a una comprensión más profunda (impasse-driven learning).

Esta concepción de utilizar los errores como herramienta para un mejor aprendizaje se apoya además en reflexiones de otros autores (Noris y Ennis, 1989; Moreira, 2005; Zunzarren, 2012) que destacan la importancia de fomentar el espíritu crítico y la concepción de que la persona se forma a medida que va corrigiendo sus errores (Principio del Aprendizaje por el Error). Fomentando el desarrollo del espíritu crítico del alumno se consigue en cierta forma su búsqueda de la excelencia, extensible luego al ámbito profesional.

Por otro lado, Siegler (2002) asume que la probabilidad de elegir una respuesta correcta se puede mejorar reduciendo la probabilidad de una respuesta incorrecta. Es decir, si los alumnos aprenden no sólo a buscar la respuesta correcta, sino a detectar errores entre las alternativas propuestas, aumentan las posibilidades de obtener mejores resultados. En el estudio de Siegler (2002), incitar a los estudiantes a explicar las soluciones correctas e incorrectas condujo a una mayor flexibilidad de conocimiento, que si sólo se limitaban a explicar las soluciones correctas.

En la metodología propuesta se utilizan los errores habitualmente cometidos por el alumnado incluyéndolos de forma controlada en las preguntas diseñadas tanto para entrenar como, en algunos casos, para la evaluación. Si el alumno es capaz de detectar esos errores introducidos de forma controlada en los ejercicios de entrenamiento, le hará ser más consciente de aquello que está aprendiendo.

Uno de los factores que condicionan esta metodología es limitar el tiempo de respuesta por pregunta. Los sistemas de respuesta rápida se han empleado en el aula con buenos resultados, permitiendo un aprendizaje interactivo que facilita debatir y analizar las cuestiones planteadas, así como una mayor participación (Rivas, 2010).

## 2. CONTEXTO

Se han llevado a cabo una serie de experiencias con ejercicios basados en la detección de errores dentro de tres asignaturas en la E.T.S.I. Minas y Energía (E.T.S.I.M.E) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) consistente en realizar entrenamientos (ejercicios de preparación) para las pruebas de evaluación con ejercicios que contienen errores controlados. Analizar cómo influye en el aprendizaje la inclusión de este tipo de ejercicios, puede ayudar a que esta metodología se convierta en una herramienta de uso habitual en otras asignaturas. Se ha trabajado en las asignaturas de Química, Gestión de Empresas y Expresión Gráfica, con preguntas tipo test con cuatro posibles opciones y un tiempo limitado de respuesta. La evaluación se ha realizado bajo dos enfoques diferentes: evaluación con errores controlados (Expresión Gráfica) y sin errores (Química y Gestión de Empresas). Además, en el caso de Expresión Gráfica se presentan datos de cursos anteriores en los que no se empleó el entrenamiento con errores, comparándose la distribución de los resultados obtenidos.

El desarrollo de nuevas metodologías que mejoren la experiencia de aprendizaje en el alumnado es una continua fuente de investigación por parte del profesorado. Aprender no debe basarse únicamente en la mera memorización de los contenidos o metodologías que imparte el profesor en clase o la información que tienen a su alcance por otros medios. Una de

las formas tradicionales que han mejorado el aprendizaje, y no sólo en estudios reglados, sino en todos los ámbitos de la vida, es el hecho de cometer errores, ser capaz de detectarlos y avanzar en el aprendizaje de un tema determinado. El hecho de incluir errores controlados hace que la metodología propuesta incida en el espíritu crítico del alumno, haciendo que el asentamiento de los conocimientos sea mayor.

El principal objetivo que se persigue con esta metodología es facilitar el proceso de enseñanza para mejorar el nivel de aprendizaje, fomentando a través del pensamiento crítico una actitud reflexiva que acompaña al alumno en los diferentes procesos de aprendizaje que afrontará a lo largo de la vida. Un aprendizaje reflexivo, que permanezca en el tiempo, ya que, para llegar a él, el alumno ha debido enfrentarse a una serie de reflexiones en un nivel superior a la simple memorización de contenidos. Esta mejora se verá reflejada en los resultados que se obtienen en las pruebas de evaluación que se realizan de forma posterior al entrenamiento con ejercicios que contienen errores controlados.

La metodología se ha implantado en las tres asignaturas citadas de los Grados en Ingeniería (Grado en Ingeniería en Tecnología de Minas – GITM y Grado en Ingeniería de la Energía – GIE) impartidos en la E.T.S.I. de Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid. Para las tres asignaturas, los errores introducidos han sido de cálculo y de comprensión. Se han diseñado bancos extensos de preguntas que contienen errores controlados, y los alumnos han tenido acceso a ellas en forma de test de control o autoevaluación (entrenamiento), como una herramienta de estudio más para la preparación del examen. El sistema permite que las preguntas se les presenten a los alumnos de forma aleatoria, y los bancos de preguntas se van ampliando cada año, de modo que es difícil que se las aprendan de memoria, en el caso de que la evaluación consista en preguntas con errores controlados.

Esta metodología puede aplicarse a cualquier asignatura en el ámbito universitario, ya que el entrenamiento con errores controlados puede realizarse con contenidos tanto teóricos como prácticos. Una de las claves para la correcta implantación de esta metodología se encuentra en un diseño adecuado de las preguntas que contienen errores controlados. Para ello, un paso clave es la recopilación de los errores más frecuentes cometidos por el alumnado.

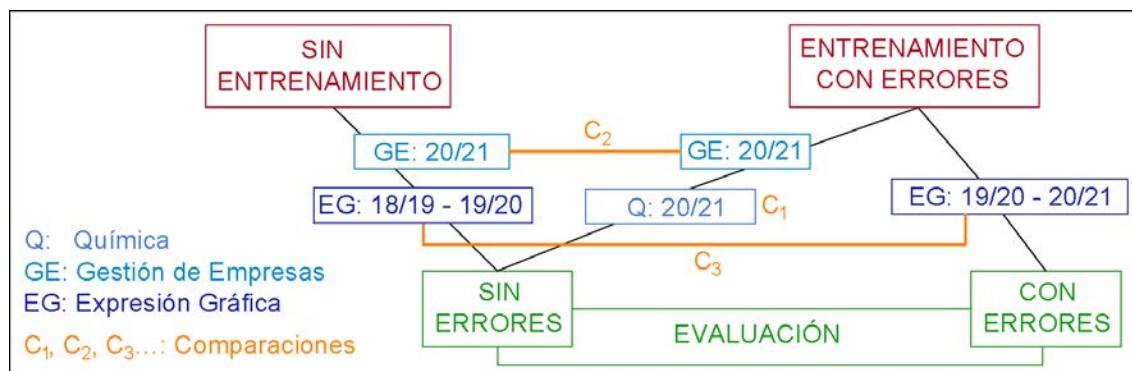
## 3. DESCRIPCIÓN

En las tres asignaturas planteadas el estudio se realizó en dos fases. Una primera fase de “entrenamiento” con ejercicios que podían o no contener errores controlados, y una segunda fase de evaluación que, en función de la asignatura, igualmente podría contener o no errores controlados. Como se ha comentado, los errores incluidos en las respuestas son errores habituales entre los alumnos y el tiempo que tienen para contestar es limitado.

La elaboración de las diferentes preguntas ha seguido un minucioso proceso de análisis y selección para optimizar su impacto en el aprendizaje del alumno. En primer lugar, se revisaron las pruebas de evaluación realizadas históricamente y se llevó a cabo un análisis basado en la experiencia de los diferentes profesores de estas asignaturas, recopilándose los errores más frecuentes en cada una de ellas. Se diseñaron

preguntas algunas de las cuales contenían errores controlados y se programaron con los alumnos diferentes modos de entrenamiento para que practicaran de cara al examen. En la

Figura 1 se muestra un esquema resumen sobre los datos empleados para este estudio y el tipo de análisis que se han llevado a cabo (comparaciones).



**Figura 1.** Esquema resumen del estudio sobre el entrenamiento con errores controlados.

A continuación, se detallan los tipos de ejercicios de entrenamiento y posterior evaluación que se han realizado en las diferentes asignaturas planteadas para este estudio.

**Química:** Se propusieron cuestionarios online voluntarios con preguntas tipo test de opción múltiple con 4 posibles respuestas a través de la plataforma Moodle, consistentes en ejercicios similares a los realizados en los exámenes de prácticas de laboratorio de tipo presencial (para comprobar si existe una mejora en el aprendizaje en base a la calificación obtenida posteriormente), atendiendo a una de las siguientes tipologías:

- Problema numérico resuelto con los cálculos hasta el resultado final con un error típico controlado a lo largo de la resolución que deben identificar.
- Problema de cálculo directo con las respuestas desarrolladas, de las que 3 opciones son procedimientos que suelen aplicar de manera errónea.
- Detectar el error entre varias afirmaciones, con conceptos de carácter teórico-práctico en los que suelen fallar de forma recurrente.

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de uno de los problemas propuestos con errores controlados.

Considerando los ensayos que se muestran en la siguiente tabla para la reacción del ácido clorhídrico 2 M con magnesio a temperatura ambiente, y que la velocidad de reacción,  $v$ , es  $v = k [ácido clorhídrico]^x$ . Identifique los resultados (celdas sombreadas) calculados erróneamente en la tabla.  
Datos: Mg = 24,3 g/mol

Ensayo	Volumen de ácido clorhídrico 2 mol/L	Volumen de agua	Masa de magnesio	Concentración de ácido clorhídrico	Moles de ácido clorhídrico	Moles de magnesio	Tiempo de reacción	Velocidad de reacción	Orden de reacción
	mL	mL	mg	mol/L	mol	mol	s	mg Mg/s	(x)
1	50	0	12	2	0.1	4.94E-04	38	0.32	3
2	30	20	12	3	0.15	4.94E-04	111	0.11	

**Figura 2.** Ejemplo de problema con errores controlados referente a las prácticas de Cinética Química.

**Gestión de Empresas:** En esta asignatura se generó para el entrenamiento con errores controlados un banco de preguntas teóricas tipo test a través de la plataforma Moodle. Para cada intento, al alumno le aparecían diferentes preguntas del banco de forma aleatoria, teniendo que dar una respuesta rápida ante las cuatro opciones posibles planteadas. El alumno tenía que seleccionar aquella que contenía un error o en caso de considerar que todas las opciones eran correctas, señalar la

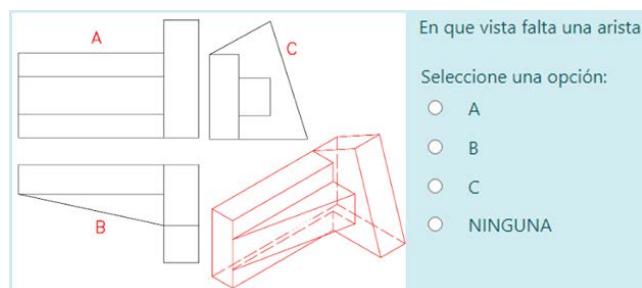
última opción. En la Figura 3 se muestra un ejemplo de una de las preguntas de entrenamiento ofrecidas a los alumnos de esta asignatura. Para la prueba de evaluación, sin embargo, el cuestionario consistía en preguntas sin errores, es decir, se planteaban cuatro respuestas siendo solo una de ellas la correcta, con ello se aseguraba el aprendizaje de la materia por parte del alumnado y no que aprendiera a hacer un tipo de examen concreto por repetición (entrenamiento).

**T7-EEA1.** Si estamos comparando dos alternativas para un proyecto de inversión con condiciones y riesgo similares, y hemos obtenido para la opción A un payback (A)=3 años y para la opción B un payback (B)=10 años, indica afirmación de las siguientes contiene un error:

- Significa que recuperamos la inversión inicial a los 3 años en la opción A y a los 10 años en la opción B.
- Utilizando el payback como único criterio de selección deberíamos escoger la opción A (la de payback menor).
- No deberíamos elegir un proyecto de inversión solo teniendo en cuenta el payback.
- Las tres respuestas anteriores son correctas.

**Figura 3.** Ejemplo de pregunta de la asignatura Gestión de Empresas.

**Expresión Gráfica:** Para esta asignatura se adaptaron las preguntas para cada uno de los bloques temáticos. En el bloque de Visualización de piezas se le presentaba al alumnado la perspectiva de una pieza como enunciado y las 3 vistas de esta. Se le preguntaba en cuál de las 3 vistas faltaba o sobraba una arista, dando una cuarta opción con la posibilidad de que en ninguna de ellas hubiera fallo, teniendo un minuto para responder. En el bloque de Planos Acotados se le mostraba un detalle de una zona de un ejercicio resuelto y se le preguntaba si estaba bien resuelto o no, con 30 segundos para responder. En ambos bloques había unas preguntas de cálculo previas (conocimientos mínimos) en las cuales tenían dos oportunidades y debían acertar al 100% para poder realizar las preguntas anteriores. El tiempo de respuesta estaba muy limitado con el fin de mejorar la relación entre respuestas correctas y nivel de conocimiento del alumno. En la Figura 4 se muestra una pregunta ejemplo de entre las propuestas en esta asignatura.



**Figura 4.** Ejemplo de pregunta del bloque de Visualización de Expresión Gráfica.

En la evaluación, los cuestionarios eran preguntas similares pero distintas, para no dar posibilidad a que algún alumno se enfrentara a preguntas que ya había visto en el entrenamiento. Algo muy básico en el diseño de los cuestionarios era organizarlos por “bloques de dificultad” dentro de cada tema y asegurarse que cada alumno recibía el mismo número de preguntas de cada bloque.

En cuanto a las comparaciones llevadas a cabo ( $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$  en la Figura 1), en la asignatura de Química se compararon los resultados obtenidos en tres prácticas consecutivas, en la asignatura de Gestión de Empresas se compararon los

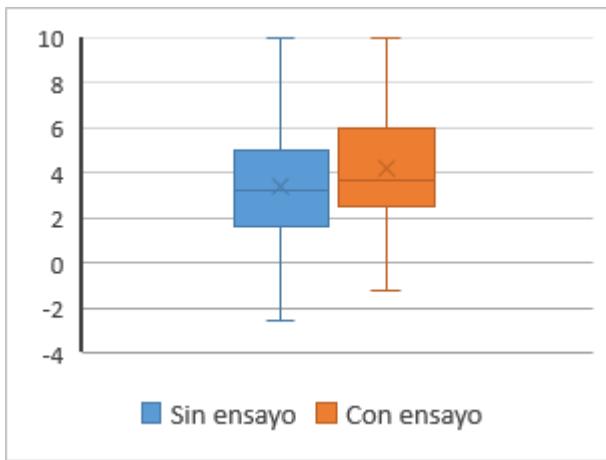
resultados obtenidos por los alumnos con y sin entrenamiento con errores controlados en el mismo curso y en el caso de Expresión Gráfica se compararon resultados obtenidos en diferentes años con examen tradicional y con examen con errores controlados, con y sin entrenamiento.

Además, se realizaron encuestas de satisfacción a los alumnos acerca de esta metodología, para poder valorar de forma cualitativa la percepción de los alumnos.

#### 4. RESULTADOS

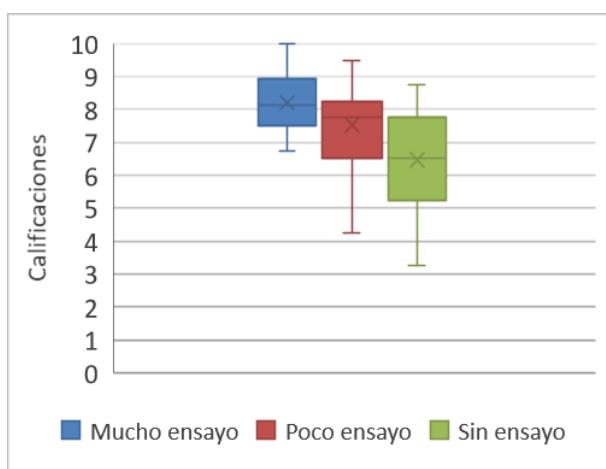
Considerando los resultados de las diferentes pruebas de evaluación y el grado de utilización de los cuestionarios de entrenamiento con errores controlados por parte del alumnado, se presentan a continuación los resultados más relevantes obtenidos para cada una de las asignaturas consideradas para este estudio.

**Química:** En esta asignatura se llevaron a cabo entrenamientos con ejercicios con errores controlados en 3 prácticas de laboratorio diferentes denominadas P1, P2 y P3. La ratio de estudiantes que realizaron, al menos un intento, sobre el total de estudiantes (107, 252 y 106 alumnos respectivamente) de la asignatura fueron un 20 %, 19 % y 8 %, respectivamente. Para la primera de ellas (P1), no se obtuvieron diferencias significativas en la media de las calificaciones entre el grupo que había entrenado y los que no. Sin embargo, para la P2 (asumiendo un nivel de confianza del 90 %) y la P3 (con un p-valor < 0,01) las notas sí que fueron estadísticamente superiores. Por tanto, se puede apreciar una evolución temporal de mejora de aquellos alumnos que han continuado empleando esta herramienta de aprendizaje. No obstante, al tratarse de una actividad voluntaria, habría que considerar también la posibilidad de que los estudiantes más aplicados sean los que hayan optado por emplear este recurso educativo y, por tanto, incluso sin realizar el entrenamiento, a priori sería esperable que obtuvieran mejores resultados. En la Figura 5 se presenta la distribución de las notas obtenidas por los alumnos que realizaron los entrenamientos con errores controlados (Con ensayo) y los que no (Sin ensayo).



**Figura 5.** Comparación de calificaciones de la segunda práctica de Química.

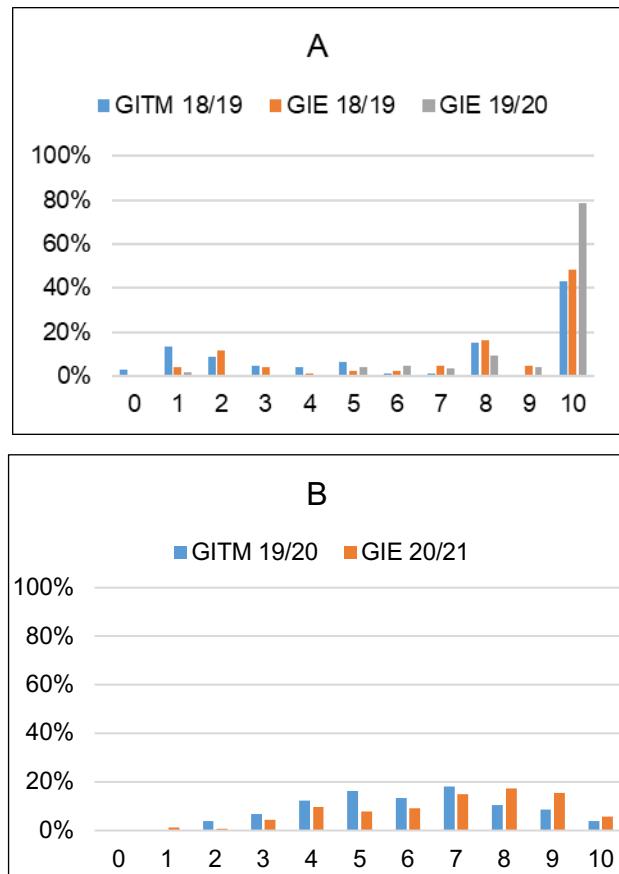
**Gestión de Empresas:** Para esta materia el alumnado tenía disponibles diferentes cuestionarios de ensayo que podían utilizar de manera ilimitada. De los 74 alumnos totales, 59 alumnos emplearon la herramienta de entrenamiento con errores. Se ha dividido a los estudiantes en tres grupos: los que no realizaron ensayos (Sin ensayo), los que hicieron entre 1 y 4 ensayos (Poco ensayo) y los que hicieron 5 o más ensayos (Mucho ensayo). Del total de estudiantes que hizo la prueba de evaluación, un 20 % no utilizó los cuestionarios de ensayo (Sin), el 42 % los usaron entre 1 y 4 veces, mientras que el restante 38 % practicaron 5 veces o más.



**Figura 6.** Comparación de calificaciones en Gestión de Empresas en función del entrenamiento.

Comparando la nota media entre las tres categorías se comprobó que existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95 %. Por tanto, no solo se aprecia que las calificaciones de los que realizan los ensayos son superiores, sino que también un mayor entrenamiento conlleva una mejora en el resultado final. En la Figura 6 se representa la distribución de las calificaciones obtenidas por los alumnos según su nivel de entrenamiento.

**Expresión Gráfica:** En esta asignatura se contaba con datos de cursos anteriores, de forma que se ha podido comparar la evaluación tradicional con la evaluación que contiene errores controlados. En total, se contó con una muestra de 425 alumnos que se sometieron a la evaluación tradicional y 232 alumnos que hicieron el examen con errores controlados después de haber ensayado con el mismo tipo de ejercicios. En los gráficos de la Figura 7 se muestran los histogramas de las calificaciones obtenidas, pudiéndose observar que, aunque las calificaciones eran más altas en los exámenes sin errores, la distribución de las notas cuando se incluyen errores controlados en las preguntas es mejor.



**Figura 7.** Histograma de calificaciones obtenidas en Expresión Gráfica para dos titulaciones (GIE y GITM) sin empleo de ensayos y pruebas de evaluación con errores controlados (A) y empleando los ensayos y pruebas de evaluación con errores (B).

## 5. CONCLUSIONES

El entrenamiento con ejercicios con errores controlados ha demostrado ser una herramienta que mejora el aprendizaje de los alumnos. Por un lado, tenemos la mejora tanto de las calificaciones como de la distribución de los resultados obtenidos por los alumnos, y por otro, la buena acogida que ha tenido entre los alumnos, que manifiestan que les ha servido para asentar conocimientos, como muestran las encuestas de satisfacción realizadas a los alumnos a posteriori. Cabe señalar que este tipo de metodologías nuevas suelen utilizarlas más los

alumnos que más asisten a clase por lo que hay que tener en cuenta esa componente a la hora de evaluar los resultados. En este sentido, de cara a cursos futuros, habría que intentar implementarlo de forma que todos los alumnos sientan la motivación suficiente para realizar los entrenamientos previamente a la evaluación.

Esta metodología, que considera el error como fuerte del aprendizaje, tiene como principal ventaja el desarrollo del espíritu crítico del alumno. Esto es algo que aprenderán y aplicarán en todas las facetas de la vida, ya que no se trata sólo de aprender porque cometamos errores, sino que somos capaces de localizar errores en contenidos que son aparentemente correctos.

Debido a los buenos resultados obtenidos, aun habiéndose desarrollado durante la pandemia por Covid-19, la metodología puesta en práctica en este estudio va a seguir aplicándose en próximos cursos con ampliaciones de los bancos de preguntas. Cabe resaltar en este punto, que debido a las dificultades aparecidas en el normal desarrollo del curso debido a la Covid-19, esta metodología se ha convertido en una herramienta más al servicio de los alumnos para reforzar el aprendizaje y mantenerlo en niveles óptimos a pesar de la falta de presencialidad en algunas fases del curso. En cuanto a la transferibilidad de la metodología, se pueden ir añadiendo nuevas asignaturas, ya que la metodología es extrapolable con ligeras modificaciones en los tipos de preguntas en función de la materia.

Ordoñez, C. L. (2004). Pensar pedagógicamente desde el constructivismo. De las concepciones a las prácticas pedagógicas. *Revista de estudios sociales*, (19), 7-12.

Rivas, J. C. & García, C. (2010). Valoración del aprendizaje interactivo mediante la utilización de un sistema de respuesta rápida en el aula. *Memoria del proyecto de innovación docente ID9/161*

Siegler, R. S. (2002). Microgenetic studies of self-explanation. *Microdevelopment: Transition processes in development and learning*, 31-58.

VanLehn, K. (1999). Rule-learning events in the acquisition of a complex skill: An evaluation of CASCADE. *The Journal of the Learning Sciences*, 8(1), 71-125.

Zunzarren, G. M. (2012). The error as a problem or as teaching strategy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3209-3214.

## REFERENCIAS

- Amez, I., Biosca, B., Castells, B., Sánchez-Canales, M., Barrio-Parra, F., Bolonio, D., ... & Fernández-GutiérrezdelAlamo, L. (2019). Implantación de un sistema de vídeo-tutoría basado en dudas frecuentes: vFAQ (No. COMPON-2019-CINAIC-0007).
- Briceño, M. T. (2009). El uso del error en los ambientes de aprendizaje: una visión transdisciplinaria. *Revista de teoría y didáctica de las ciencias sociales*, (14), 9-28.
- Castells, B., Biosca, B., Amez, I., Izquierdo-Díaz, M., Barrio-Parra, F., Sánchez-Palencia, Y., ... & Fernández-GutiérrezdelAlamo, L. (2019). Vídeo-tutoriales y su influencia en el aprendizaje (No. COMPON-2019-CINAIC-0062).
- Manrique, C. R. C., & Puente, R. M. T. (1999). El constructivismo y sus implicancias en educación. *Educación*, 8(16), 217-244.
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). Indivisa. *Boletín de estudios e investigación*, (6), 83-102.
- Norris, S. P., & Ennis, R. H. (1989). Evaluating Critical Thinking. The Practitioners' Guide to Teaching Thinking Series. Critical Thinking Press and Software, Box 448, Pacific Grove, CA 93950-0448.