

Diseño de un test para la evaluación de la enseñanza-aprendizaje de conceptos básicos de cinemática y cinética

José M. Quintana^a, A. Ruiz-García*^a, O. Martel^a, A. Yáñez^a, A. Cuadrado^a

^aDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

RESUMEN

La utilización de test para la evaluación de la enseñanza y el aprendizaje como el *Mechanics Baseline Test* (MBT) o el *Force Concept Inventory* (FCI) no es nueva, siendo utilizado, por ejemplo, para evaluar estudiantes de primer curso de ingenierías. En general, estos test hacen referencia al concepto de fuerza. Para poder evaluar la ganancia conceptual en el aprendizaje de otras materias se hace necesario diseñar un test, que con la misma filosofía de los mencionados, permita evaluar la comprensión otros conceptos. En este trabajo se presenta un test para la evaluación de conceptos cinemáticos y cinéticos. El test fue realizado al comienzo y al final del semestre por estudiantes de la asignatura de Teoría de Máquinas y Mecanismos en el segundo curso del Grado de Ingeniería Mecánica. Los resultados mostraron cierta relación entre la ganancia en el test y las calificaciones de los estudiantes en la asignatura. Es necesario una aplicación del test a muchos más estudiantes para poder validar su diseño y resultados en relación a la asignatura estudiada.

Keywords: Educación, Cinemática, Cinética, FCI, Enseñanza-aprendizaje

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje en materias universitarias es complejo. Generalmente, a los estudiantes les resulta difícil asimilar conceptos de la mecánica clásica ¹⁻³. Una comprensión inadecuada de estos conceptos fundamentales puede dificultar el desarrollo del estudiante en carreras de ingenierías ⁴.

Durante la década de los noventa, se elaboraron varios test que pretendían evaluar la comprensión de conceptos básicos de la mecánica clásica por parte de estudiantes universitarios. El más extendido es el test *Force Concept Inventory* (FCI) ⁵, de hecho, es un test muy reconocido en el ámbito de la investigación educativa en Física y Mecánica. Este test ha sido traducido a varios idiomas con el fin de expandir su uso en diferentes países con diferentes metodologías docentes. Existen otros test con el mismo propósito que por ser menos extendidos no son menos importantes, como el *Mechanics Baseline Test* (MBT) ⁶ o el *Force and Motion Conceptual Evaluation* (FMCE) ⁷. Thornton y col. ⁸ llevaron a cabo una comparativa entre el test FCI y el FMCE, los test fueron realizados por aproximadamente 2000 estudiantes a lo largo de un periodo de 8 años. Concluyeron que los resultados en ambos test estaban fuertemente relacionados (coeficiente de correlación de 0,78) y representaban una herramienta robusta a la hora de evaluar el proceso enseñanza-aprendizaje.

Cuando se quieren evaluar asignaturas un poco más específicas, se hace necesaria una adaptación de los mencionados test. Estos test aluden al concepto de fuerza y cinemática de un punto. Para poder evaluar la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Teoría de Máquinas y Mecanismos, fue necesario diseñar un test, manteniendo la filosofía del FCI, pero relacionado con la cinética y cinemática de mecanismos (sólido rígido). El test fue realizado por estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Los resultados mostraron relación entre la ganancia del proceso de enseñanza y aprendizaje y las calificaciones de los estudiantes al final del semestre.

2. METODOLOGÍA

El diseño del test se llevó a cabo tomando como referencia conceptos del FCI, pero aplicado a sólidos rígidos (Figura 1). El test contiene 50 preguntas que se podrían clasificar en tres categorías; análisis vectorial, análisis gráfico y análisis de situaciones concretas. Las 30 primeras preguntas se tomaron del FCI, las 20 restantes se añadieron teniendo en cuenta los conceptos que se imparten en la asignatura. Esto permite diferenciar entre los conceptos adquiridos por los estudiantes en

esta asignatura, y lo que debieron adquirir previamente. El estudio se realizó en el segundo semestre del curso 2016/2017, a los dos grupos de Grado en Ingeniería Mecánica, matriculados de la asignatura de Teoría de Máquinas y Mecanismos. El test se aplicó dos veces, al inicio del semestre (pre-test), para poder tener un punto de referencia de con qué conocimientos cinemáticos y cinéticos llegaban los alumnos y otro a final de semestre (post-test), con el fin de evaluar la ganancia adquirida por parte de los estudiantes a lo largo del transcurso de la asignatura. A los estudiantes nunca se les informó de que iban a hacer un test, y las fechas elegidas estuvieron lo suficientemente alejadas de los exámenes para evitar distorsiones en los resultados. El tiempo de duración fue de 50 minutos, en el aula de clase correspondiente, donde se hizo entrega a los estudiantes de las preguntas del test, que una vez finalizado tuvieron que ser devueltas y de una hoja de respuestas cuyo formato permitía la corrección óptica mediante escáner. El número de alumnos que realizó el test la primera vez fue de 36 para el primer grupo y de 28 para segundo. Sin embargo, la segunda vez que se aplicó el test, lo realizaron 12 alumnos del grupo 1 y 26 del grupo 2. Por lo que tuvieron que desecharse los resultados del primer grupo por no haber cierta homogeneidad en cuanto al número de estudiantes que realizaron el test en ambas ocasiones. También hubo que eliminar de la lista algunos alumnos que hicieron sólo uno de los test. Finalmente se realizó el estudio sobre un total de 22 estudiantes. Se desecharon los resultados de aquellos estudiantes que muestran una ganancia negativa, por ser resultados no representativos, probablemente debido al carácter aleatorio con el que las preguntas fueron respondidas.

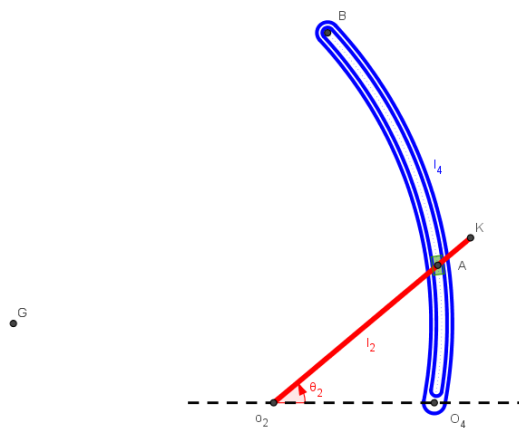


Figura 1. Mecanismos de corredera curva utilizado en el test.

Para poder medir la ganancia conceptual es necesaria una medida estandarizada. En este trabajo se ha utilizado el índice de ganancia de Hake corregido⁹. Este índice permite comparar la ganancia conceptual de estudiantes que cursa la misma asignatura. Los resultados de las dos evaluaciones (pre y post-test) se muestran como un número llamado ganancia normalizada, que es la diferencia entre el post-test y el pre-test con respecto a la máxima diferencia posible o al máximo aumento posible (Ec. (1)).

$$G_{corr} = \frac{(\% \text{ post}) - (\% \text{ pre}_{\text{efectivo}})}{100\% - (\% \text{ pre}_{\text{efectivo}})} \quad (1)$$

donde

$$\% \text{ pre}_{\text{efectivo}} = (\% \text{ pre}) - 20\% \quad (2)$$

G_{corr} → Es la ganancia normalizada de Hake corregida

$\% \text{ pre}_{\text{efectivo}}$ → Porcentaje de resultados correctos del pre-test habiendo eliminado el 20% de las preguntas con más errores

$\% \text{ post}$ → Porcentaje de resultados correctos del post-test

La ganancia normalizada promedio de Hake para un grupo de estudiantes, se determina calculando la ganancia de cada estudiante y determinando su promedio:

$$G_{prom} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n G_i \quad (3)$$

$$G_i = \left[\frac{\% post_i - \% pre_i}{100\% - \% pre_i} \right] \quad (4)$$

Donde n es el número de estudiantes que han realizado ambos tests. También se han tenido en cuenta las notas de las convocatorias ordinaria y extraordinaria a modo de correlacionar dichas calificaciones con la ganancia de cada estudiante.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La Figura 2 muestra la relación entre las ganancias y las calificaciones de los alumnos. El 85% de los alumnos con ganancias positivas superó la asignatura. Sin embargo, los dos alumnos con mayor porcentaje de ganancia no fueron los que sacaron las calificaciones más altas. Hay que tener en cuenta, que un gran porcentaje de las preguntas del test son sobre conceptos básicos de cinemática y cinética que los alumnos debieron asimilar en asignaturas anteriores. Sin haber entendido o superado estas asignaturas previas es complicado que el estudiante asimile de forma apropiada los conceptos de teoría de máquinas y mecanismos.

La Tabla 1 muestra la relación de preguntas con mayor porcentaje de ganancia. La mayoría de estas preguntas corresponden con conceptos cinemáticos y cinéticos explicados en la asignatura sobre la que se ha hecho el estudio. Los porcentajes de mejora están comprendidos entre un 18% y un 41%. Se debe tener en consideración que es la primera vez que se aplica este test, y la muestra no es muy representativa, puesto que solo se han podido tener en cuenta los resultados de 13 de los 22 alumnos.

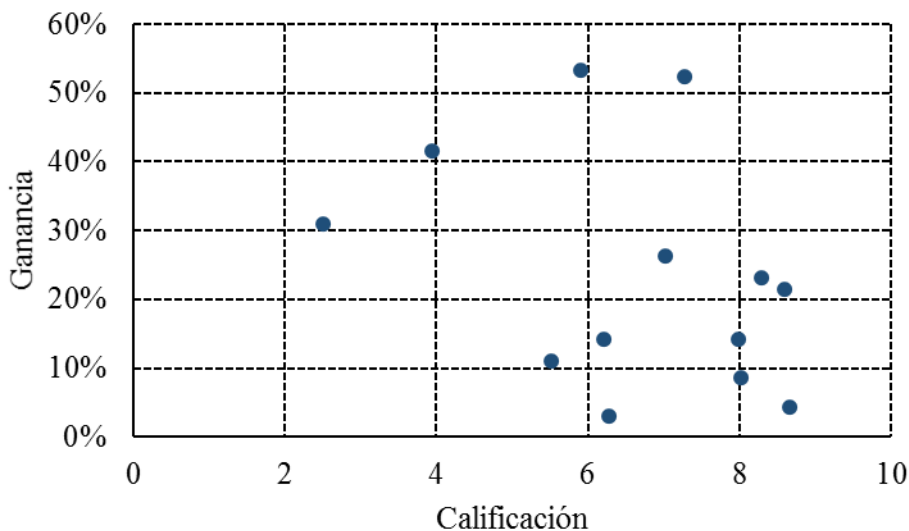


Figure 2. Relación entre la ganancia y la calificación.

Tabla 1. Cuestiones con mayores ganancias

Cuestión	Ganancia
42	41%
43	28%
44	27%
45	23%
46	23%
40	19%
24	18%
5	18%
15	18%
18	18%
41	18%
6	18%

4. CONCLUSIONES

Los estudiantes que superaron la asignatura mostraron una mayor comprensión y capacidad en la adquisición de conocimientos de teoría de máquinas y mecanismos. No se puede dar por consolidado el test diseñado, ya que solo se ha aplicado a una titulación, durante un curso y solo se pudieron analizar los datos de 13 estudiantes. Haría falta un muestreo muy superior, no solo para validar la relación entre la ganancia y las calificaciones de los estudiantes, sino para poder validar el diseño del propio test en relación con los conceptos que se pretenden evaluar en la asignatura de teoría de máquinas y mecanismos.

5. REFERENCIAS

- [1] Hart, G. E. and Cottle, P. D. , "Academic backgrounds and achievement in college physics," *The Physics Teacher* 31(8), 470-475 (1993).
- [2] Roeder, J. L. , "Physics appreciation versus Physics knowledge," *The Physics Teacher* 36(6), 379-379 (1998).
- [3] Sánchez Velázquez, J. L., Oliva Martínez, J., Rosado Barbero, L. and Cruz González, M. , "Detección de las ideas previas en cinemática utilizando la composición de movimientos," *Revista Investigación en la Escuela*(19), 105-116 (1993).
- [4] García, F. N. J., Calle, Jairo de Jesús Agudelo and Sánchez, J. J. V. , "Incidencia de la intervención didáctica en el aprendizaje de conceptos cinemáticos en estudiantes de Ingeniería de la UAM analizada desde sus ideas previas," *Revista Educación en Ingeniería* 10(19), 26-38 (2015).
- [5] Hestenes, D., Wells, M. and Swackhamer, G. , "Force concept inventory," *The physics teacher* 30(3), 141-158 (1992).
- [6] Hestenes, D. and Wells, M. , "A mechanics baseline test," *The physics teacher* 30(3), 159-166 (1992).

[7] Thornton, R. K. and Sokoloff, D. R. , "Assessing student learning of Newton's laws: The force and motion conceptual evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula," American Journal of Physics 66(4), 338-352 (1998).

[8] Thornton, R. K., Kuhl, D., Cummings, K. and Marx, J. , "Comparing the force and motion conceptual evaluation and the force concept inventory," Physical review special topics-Physics education research 5(1), 010105 (2009).

[9] Hake, R. R. , "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses," American journal of Physics 66(1), 64-74 (1998).

