

Resultados experimentales de la aplicación de un sistema de evaluación dinámico en la asignatura de Estática

Jorge Luis Restrepo Ochoa¹, Jaime Leonardo Barbosa Pérez², Luis Felipe Zapata Rivera³

Abstract – The Statics course at EAFIT University, like many other higher education basic engineering courses, is assessed by asking students to solve problems that intend to measure their learning in a particular domain area. However, these problems are usually taken from teaching guide books or lecture notes. These types of questions encourage memorization and do not measure other abilities acquired during the learning process. This article shows the results of an study evaluating student learning of Statics using a tool that implements computer-based dynamic assessment. In this approach, different versions of a question are automatically generated and assigned to each student. Results show that the group of students who used the system increased their final scores in Statics

Keywords – Assessment, Statics, e-learning platforms, learning.

Resumen – La asignatura de Estática como muchas otras asignaturas básicas de la ingeniería se evalúa mediante la solución de ejercicios que permiten evidenciar el aprendizaje de los estudiantes, tradicionalmente los ejercicios son tomados de los libros guías del curso o notas de clase de los docentes. Este tipo de ejercicios favorecen la memorización haciendo que la evaluación pierda sentido pues no se está midiendo la capacidad adquirida en el proceso de aprendizaje. Este artículo muestra los resultados de la experiencia en la evaluación de un grupo de estudiantes de la asignatura de Estática usando un sistema de evaluación que propone ejercicios dinámicos (evaluaciones con diferentes versiones de un mismo ejercicio para cada estudiante) generados por el computador y usando plataformas e-learning.

Palabras claves – Evaluación, Estática, Plataformas e-learning, Aprendizaje.

¹ Profesor Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Eafit, Medellín, Colombia, jrestrep@eafit.edu.co

² Profesor Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Eafit, Medellín, Colombia, jbarbosa@eafit.edu.co

³ Estudiante Maestría en Ingeniería, Universidad Eafit, Medellín, Colombia, lzapata8@eafit.edu.co

Note. The manuscript for this paper was submitted for review and possible publication on December 14th, 2012; accepted on June 11th, 2013. This paper is part of the Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education, Vol. 7, No. 1, 2013. © LACCEI, ISSN 1935-0295.

INTRODUCCIÓN.

La Estática es una asignatura básica en la formación de estudiantes de diferentes ramas de la ingeniería (Steif, P.S. and Dantzler, J.A, 2005). Los cálculos de las fuerzas que actúan en un sistema en condiciones de equilibrio son indispensables para analizar el sistema con el fin de dimensionar sus elementos o seleccionar los materiales apropiados.

Las leyes de la Estática son la fundamentación para las asignaturas siguientes en cualquier programa de ingeniería, tales como Dinámica y Mecánica de Materiales, entre otros. (Steif, 2004).

El currículo de la asignatura que se imparte en la universidad EAFIT es similar al propuesto por diferentes autores y establecido en la mayoría de los programas de ingeniería que tienen fundamento en la física mecánica, ver figura 1 (Beer,2007), (Soutas-Little, 2008) (Boresi, 2001). El objetivo final de esta asignatura, es el análisis de las condiciones de equilibrio estático de diferentes sistemas como son: marcos, vigas, cables, compuertas, cerchas, etc.

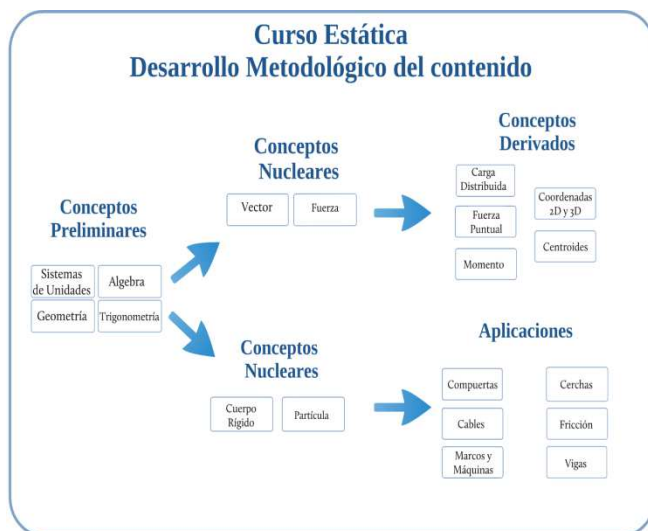


Figura 1. Contenidos del curso de Estática.

La asignatura estática que se imparte en la universidad EAFIT, coordinada por el departamento de Ingeniería Mecánica, la cursan estudiantes de Ingeniería Mecánica, Civil y De Producción.

La asignatura se ofrece semestralmente a cerca de 250 estudiantes distribuidos en ocho grupos de 30 estudiantes. El logro de los objetivos del curso se determina a través de varios exámenes administrados por los docentes coordinadores de la materia. Los estudiantes aprueban la materia cuando logran acumular un porcentaje de éxito del 60% en la evaluación sumativa de todas las pruebas (una calificación de 3.0 sobre una escala absoluta de 5.0).

La asignatura de Estática como muchas otras asignaturas básicas de la ingeniería se evalúa mediante la solución de ejercicios que permiten evidenciar el aprendizaje de los estudiantes (Bordas, 2001), (McDonald, 1995), estos ejercicios generalmente son tomados de los libros guía (Beer,2007), (Soutas-Little, 2008) (Boresi, 2001) o redactados por los docentes y un mismo ejercicio es aplicado en un examen a todos los estudiantes de un grupo. Para el ejemplo los parámetros dimensionales y la magnitud de las cargas son dadas en el enunciado del problema y son las mismas para todo el grupo que presenta la prueba; ver Figura 2.

Enunciado general
La viga se encuentra soportada por un apoyo fijo de pasador A y un cable FG que tiene una inclinación dada por el ángulo theta, está sometida a la acción de las cargas indicadas.
Información
Preguntas
Determinar la reacción vertical en el apoyo fijo en A
Determinar la fuerza de tensión en el cable FG
El diagrama de cuerpo libre.
La grafica de fuerza cortante
La grafica de momento flector

Figura 2. Ejemplo de un ejercicio usado tradicionalmente en el curso de Estática

Este tipo de ejercicios favorecen la memorización haciendo que la evaluación pierda sentido pues no se está midiendo la capacidad adquirida en el proceso de aprendizaje. Los estudiantes memorizan los valores y no activan ningún proceso de pensamiento que es lo que generalmente se pretende.

Los estudios demuestran que esta asignatura tiene unos altos índices de deserción durante el semestre y un alto porcentaje de pérdida al final del semestre. En promedio se tiene que el porcentaje de estudiantes que no logran ser promovidos en el curso en la Universidad EAFIT es de más del 30%.

Los motivos por los cuales estos porcentajes de deserción y pérdida son elevados y diversas formas de enfrentar el problema para mejorar el resultado de los procesos de formación son tratados por diferentes autores, como: - hacer más énfasis a la metodología de solución de problemas para la solución de los ejercicios que a los cálculos matemáticos (Mc Nair, L and Venters C, 2012); - darle más relevancia a los conceptos aplicados a problemas reales del entorno de los estudiantes (Condoor, 2008);

Introducir herramientas en plataformas de interfaz gráfica (GUI) para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje (Al-Masoud, 2005).

El alineamiento constructivo (Biggs, 2006) hace evidente la diferencia que existe en las visiones de docentes y estudiantes sobre los procesos de formación y los sistemas de evaluación; ver Figura 3.

Proceso de formación y sistema de evaluación académica



Biggs, 2006 Calidad del aprendizaje universitario

Figura 3. Ejemplo de un ejercicio usado tradicionalmente en el curso de Estática

El sistema de entrenamiento y evaluación se propone como un espacio de enlace de estas visiones proponiendo como beneficio pedagógico que el docente y el estudiante puedan vincular los procesos de entrenamiento y evaluación; permitiendo que ambos logren los objetivos, por un lado el estudiante ve recompensado el esfuerzo realizado en el entrenamiento con un buen resultado en la evaluación y el docente tiene la tranquilidad de que los objetivos propuestos para el curso fueron alcanzados.

El objetivo de este artículo es mostrar el proceso de desarrollo de una herramienta en línea que hace uso de un generador de tareas dinámicas para el entrenamiento y la evaluación a partir de la solución de problemas; mostrando los pasos desde la definición y programación de los problemas hasta la implementación tecnológica, finalmente presentar los resultados de las primeras pruebas realizadas con el sistema sobre un grupo de estudiantes de la asignatura Estática.

Esta herramienta se convierte en un primer paso dentro de la transformación de los procesos de formación y evaluación de los estudiantes en cursos básicos de ingeniería en la universidad, apostando por un esquema de evaluación formativa que brinda a los estudiantes una herramienta de apoyo para la evaluación y la autoevaluación de gran utilidad en su proceso de formación académica.

Evaluación a través de ejercicios dinámicos.

Para mejorar los procesos de evaluación de los estudiantes evitando los problemas mencionados anteriormente, se propone el uso de ejercicios dinámicos (Restrepo, 2012), los cuales presentan ejercicios de un mismo tema y con niveles de dificultad equivalentes pero con contextos distintos y manejo de variables en el ejercicio, planteando de esta forma ejercicios diferentes a cada estudiante en el mismo examen. Ver Figura 4.

Los parámetros variables en el ejercicio pueden ser:

1. La forma de la figura
2. Los datos de cálculo para el problema
3. Las dimensiones de la figura

Al tener esta variedad de parámetros, en el sistema se puede contar con una cantidad innumerable de pruebas con las cuales el estudiante puede practicar y autoevaluarse adquiriendo bases más sólidas en los conceptos y métodos de la asignatura, en la siguiente sección se profundiza sobre la construcción de los ejercicios dinámicos.

Este tipo de pruebas se implementan por medio de un sistema de generación automática de ejercicios que permite a partir de algoritmos plantear una situación concreta a un estudiante, como se describe a continuación.

Generación automática de ejercicios.

El procedimiento de generación automática de ejercicios, es un sistema que almacena los modelos generales de los ejercicios a partir de los cuales los estudiantes y docentes generan pruebas de los temas de la asignatura. Para lograr la generación automática de los ejercicios se debe partir de la definición del objetivo de aprendizaje o la competencia específica que debe lograr el estudiante. La tarea se implementa mediante dos procesos, la definición del ejercicio en un formato y la programación de los ejercicios dinámicos.

Enunciado general
La siguiente viga se encuentra soportada por un apoyo fijo de pasador y un apoyo tipo patín y recibe una carga como se muestra en la figura.
Información
Preguntas
Determinar la reacción vertical en el apoyo fijo
Determinar la reacción vertical en el apoyo tipo patín
El diagrama de cuerpo libre.
La grafica de fuerza cortante
La grafica de momento flector

Figura 4. Ejemplos de situación de ejercicios generadas dinámicamente.

- Generalización de la tarea (formato de la tarea).

Para poder generar múltiples versiones del ejercicio es necesario definir claramente un enunciado, las tareas (o preguntas) a realizar así como el grupo de variables que pueden modificarse sin cambiar la estructura general de la tarea; ver Figura 5.

Objetivo de aprendizaje																																
Determinación de las condiciones de equilibrio de una viga apoyada y sometida a una carga puntual.																																
Enunciado general																																
La siguiente viga se encuentra soportada por un apoyo fijo de pasador y un apoyo tipo patín y recibe una carga puntual como se muestra en la figura.																																
Información adicional																																
	<p>La posición del apoyo fijo, Pos_af, debe ser diferente de la posición de la carga puntual, Pos_C.</p> <p>La posición del apoyo patín, Pos_ap, debe ser diferente de la posición del apoyo fijo, Pos_af, y de la posición de la carga puntual, Pos_C.</p> <ul style="list-style-type: none"> $dC = iC * \frac{L}{n_tramos}$ $daf = iRaf * \frac{L}{n_tramos}$ $dap = iRap * \frac{L}{n_tramos}$ 																															
Elementos variables en el enunciado.	Rangos de variación																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Min</th> <th>Max</th> <th>Incremento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>- 200</td> <td>-10</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>10</td> <td>60</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>n_tramos</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Pos_C, posición de la carga puntual</td> <td>0</td> <td>n_tramos</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Pos_af, posición del apoyo fijo</td> <td>0</td> <td>n_tramos</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Pos_ap, posición del apoyo patín</td> <td>0</td> <td>n_tramos</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Ang_F</td> <td>15</td> <td>165</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Min	Max	Incremento	F	- 200	-10	1	L	10	60	1	n_tramos	4	7	1	Pos_C, posición de la carga puntual	0	n_tramos	1	Pos_af, posición del apoyo fijo	0	n_tramos	1	Pos_ap, posición del apoyo patín	0	n_tramos	1	Ang_F	15	165	5
Min	Max	Incremento																														
F	- 200	-10	1																													
L	10	60	1																													
n_tramos	4	7	1																													
Pos_C, posición de la carga puntual	0	n_tramos	1																													
Pos_af, posición del apoyo fijo	0	n_tramos	1																													
Pos_ap, posición del apoyo patín	0	n_tramos	1																													
Ang_F	15	165	5																													
Sistema de unidades	$Sif > -105$ {Unidaddefuerza, N Unidaddelongitud, m $Sif \leq -105$ {Unidaddefuerza, lb Unidaddelongitud, ft																															
Preguntas																																
Determinar la reacción vertical en el apoyo fijo																																
Determinar la reacción vertical en el apoyo tipo patín																																
El diagrama de cuerpo libre.																																
La grafica de fuerza cortante																																
La grafica de momento flector																																

Figura 5. Enunciado general de la tarea con la definición de variables.

- Programación de las tareas.

Para la generación automática de tareas se diseñó un conjunto de procesos implementados en Lenguaje Java. La estructura del algoritmo del generador produce diversas versiones de la tarea, modificando las variables previamente definidas; ver figura 6.

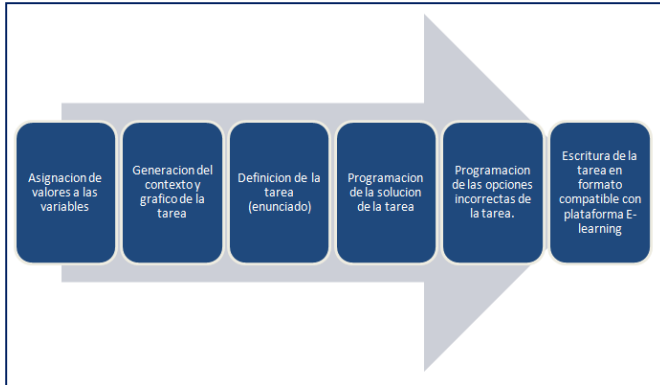


Figura 6. Flujo del Proceso de construcción de una tarea a partir del formato definido

En la programación se asignan valores aleatorios a las variables, se genera el contexto y gráfico para el ejercicio de acuerdo a los valores de las variables, se definen las tareas o preguntas a evaluar, es posible tener varias tareas con un mismo contexto.

Como actualmente la herramienta se utiliza con preguntas de múltiples opciones con única respuesta, para cada ejercicio se debe programar la solución correcta a partir de la información general y las variables generadas y varias opciones incorrectas modificando los valores de las variables en la solución correcta o teniendo en cuenta errores típicos de los estudiantes, que permiten identificar problemas en su proceso de aprendizaje.

```

<responseDeclaration identifier="qst_2" cardinality="single" baseType="identifier">
  <correctResponse>
    <value>answer_3</value>
  </correctResponse>
  <mapping>
    <mapEntry mapKey="answer_1" mappedValue="0.00" />
    <mapEntry mapKey="answer_2" mappedValue="0.00" />
    <mapEntry mapKey="answer_3" mappedValue="5.00" />
    <mapEntry mapKey="answer_4" mappedValue="0.00" />
  </mapping>
</responseDeclaration>
<itemBody>
  <choiceInteraction responseIdentifier="qst_2" >
    <prompt> La siguiente placa posee un espesor de 2.0 pulgadas y fue fabricada de una aleacion de acero con
densidad 0.256 lb/pul3. Si la gravedad es 32.17 ft/s2 y c es 16.0 pulgadas. Determinar:<br><img src=../
../courses/ESTATICA/document/CENTROIDES/1.png<br>La coordenada centroidal con respecto al eje X. </prompt>
    <simpleChoice identifier="answer_1" fixed="false">16.23</simpleChoice>
    <simpleChoice identifier="answer_2" fixed="false">10.89</simpleChoice>
    <simpleChoice identifier="answer_3" fixed="false">12.77</simpleChoice>
    <simpleChoice identifier="answer_4" fixed="false">8.5</simpleChoice>
  </choiceInteraction>
</itemBody>

```

Figura 7. Formato QTI2 para las tareas generadas

La salida del programa es un archivo escritura en formato compatible con plataformas E-learning: La mayoría de estas plataformas son compatibles con formatos estándar de preguntas QTI1, QTI2, GIFT AIKEN, XmlMoodle; ver Figura 7.

Plataformas E-learning e Interfaces de usuario para el uso de tareas.

Una plataforma e-learning (ver Figura 8) es un sistema informático que generalmente hace uso de la web y que posee módulos para la gestión de diferentes procesos administrativos y de seguimiento académico (Kats, 2010). Entre sus funciones básicas se encuentra la gestión de evaluaciones.



Figura 8. Plataformas de E-Learning.

Las plataformas E-Learning han tomado impulso en los últimos 10 años debido al avance en redes y telecomunicaciones, específicamente la aparición de la web 2.0, que permite la interacción de los usuarios con los contenidos en Internet. Ejemplo de ello es la proliferación de plataformas E-Learning como Moodle, Dokeos, Blackboard, Chamilo, entre otras que han transformado las prácticas educativas dinamizando la enseñanza y el aprendizaje y apoyando esquemas de educación a distancia, semi-presencial y presencial.

La evaluación automatizada en el computador se usa generalmente en contextos como las certificaciones profesionales y las pruebas de certificación de idiomas. Las plataformas E-Learning permiten administrar las evaluaciones y poseen interfaces, para docentes y estudiantes,

para la creación y presentación de evaluaciones además permiten transferir preguntas a través de los formatos estándares para evaluaciones como QT1 Y QT12, definidos por IMS (IMS, 2012) o formatos propios de las plataformas por ejemplo: XmlMoodle del LMS Moodle.

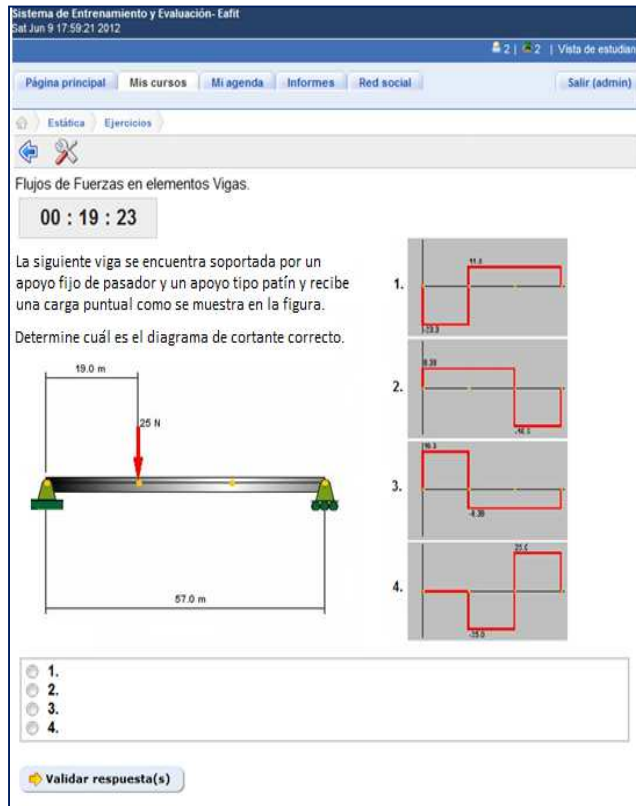


Figura 9. Ejemplo de un ejercicio generado a partir de la tarea general.

El sistema de evaluación propuesto hace uso de la plataforma Chamilo (Chamilo, 2012), una plataforma E-learning Open Source que, con algunas modificaciones en el manejo de bancos de preguntas, permite el correcto funcionamiento de las tareas generadas automáticamente; ver figura 9.

La plataforma cuenta con una interfaz amigable para estudiantes y docentes, tanto para la realización de los ejercicios como para la configuración evaluaciones y revisión de los resultados de por parte de los docentes.

Aspectos Metodológicos de la herramienta.

La metodología de trabajo con el nuevo sistema propone cambios positivos en el proceso de formación y evaluación de los estudiantes, por ejemplo la variedad de situaciones y el número de versiones diferentes de un problema que encuentra el estudiante en el sistema lo motiva a resolver más ejercicios lo que permite interiorizar de manera clara los conceptos de la asignatura, el control que puede tener el docente del proceso de estudio de los alumnos y la conexión que el docente hace entre el desarrollo de la clase presencial y el trabajo propuesto en la herramienta, hace que el estudiante adquiera una dinámica interesante de uso de la herramienta y llegue a la clase con dudas sobre los ejercicios con los que ha tenido problemas en el sistema.

En el esquema tradicional el estudiante reconoce sus fallas conceptuales después de tener una nota que no puede revertir. En este esquema el estudiante prepara sus evaluaciones presentando evaluaciones de práctica que le permiten identificar sus fallas conceptuales en un momento previo en el cual puede tomar acciones correctivas.

El hecho de practicar en un escenario bajo condiciones idénticas a las de evaluación genera en el estudiante habilidades en temas como:

- La comprensión de lectura
- Interpretación de datos dados en graficas
- Dominio de los diferentes tipos de preguntas
- Manejo efectivo del tiempo de la prueba

Estas habilidades se convierten en una ventaja a la hora de enfrentar una prueba calificable o de certificación.

Finalmente el sistema al ser implementado a través de tecnología web tiene como ventaja, que el estudiante puede trabajar en su proceso de entrenamiento tanto en los espacios de clase, como en los espacios fuera del aula y de la universidad.

Descripción del estudio experimental.

El estudio para medir el impacto de la plataforma en el aprendizaje de la asignatura se realizó comparando dos grupos de la asignatura.

Ambos grupos fueron evaluados de la misma forma, esto es, cuatro exámenes parciales en papel, 80%, y un seguimiento consistente en una evaluación semanal utilizando un sistema LMS, 20%.

Los cuatro parciales presentados por ambos grupos fueron los mismos, solo se varió el seguimiento. El grupo control, utilizó una plataforma computacional con ejercicios fijos en el seguimiento y el grupo experimental utilizó una plataforma computacional con ejercicios dinámicos.

En el grupo control participaron 28 estudiantes y para el seguimiento de este grupo se les pidió a los estudiantes realizar doce pruebas (una por semana). Cada estudiante, en forma no presencial, desarrolla un problema propuesto y responde un cuestionario con un número determinado de preguntas de selección múltiple con única respuesta. Para este grupo el ejercicio, el cuestionario, las respuestas y las opciones son las mismas para todos los estudiantes.

En el grupo experimental participaron 29 estudiantes y el seguimiento de este grupo consistió también en la realización de doce pruebas (una por semana) en las que cada estudiante, también en forma no presencial, desarrolla un problema propuesto y responde un cuestionario con un número determinado de preguntas de selección múltiple con única

respuesta. Para este grupo, aunque el enunciado del ejercicio y las preguntas son las mismas para todos los estudiantes, a cada uno se le asignan variables diferentes y por lo tanto las respuestas correctas y las opciones en los cuestionarios varían de estudiante a estudiante.

Resultados.

El grupo control contó con 28 estudiantes, 20 de los cuales aprobaron la asignatura, 71% y 8 la reprobó, 29%; ver figuras 10 y 12.

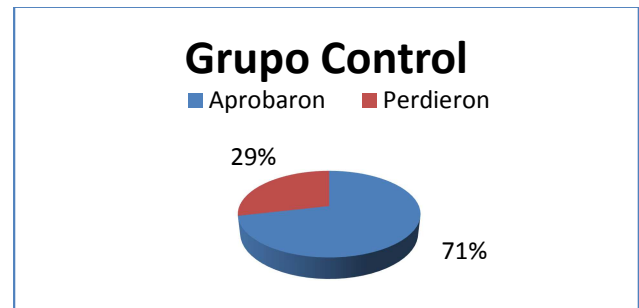


Figura 10. Porcentaje de estudiantes que perdieron y aprobaron en el grupo control

Mientras que en el grupo experimental, de los 29 estudiantes, 28 estudiantes aprobaron la asignatura, 97 % y 1 estudiante la reprobó, 3 %; ver figuras 11 y 13.

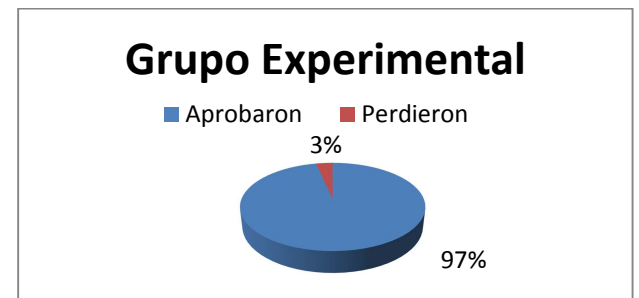


Figura 11. Porcentaje de estudiantes que perdieron y aprobaron en el grupo Experimental

Los siguientes 2 gráficos muestran los resultados del seguimiento equivalente al 20% del total de la evaluación del curso (eje vertical) y los resultados de las evaluaciones parciales correspondientes al 80% de la evaluación del curso (eje horizontal). Los cuadros rojos

representan los estudiantes del grupo control que obtuvieron un promedio en las evaluaciones parciales inferior a 3.0 y los rombos azules representan los estudiantes cuyo promedio supera el valor de 3.0. La línea roja continua marca el límite de los estudiantes que aprueban las evaluaciones parciales; ver figuras 11 y 12.

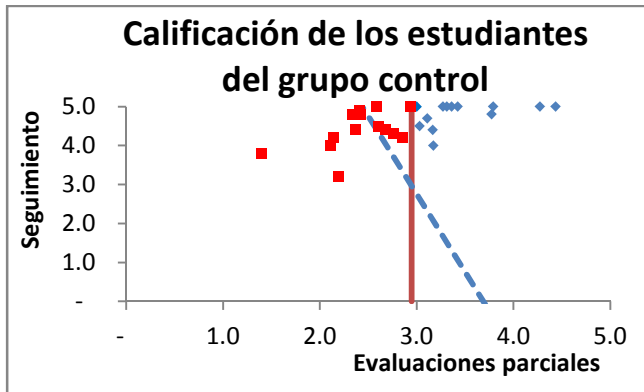


Figura 12. Relación entre los resultados del seguimiento y evaluaciones parciales.

Al considerar el seguimiento en la calificación total, el límite de los estudiantes que aprueban se desplaza hacia la línea azul discontinua. En el grupo control de los 14 estudiantes que perdieron las evaluaciones parciales, 6 estudiantes lograron aprobar dado su buen resultado en el seguimiento y 8 estudiantes reprobaron aun teniendo en cuenta el seguimiento. En el grupo experimental de todos los estudiantes que perdieron las evaluaciones parciales solo uno reprobó el curso aun teniendo en cuenta el seguimiento.

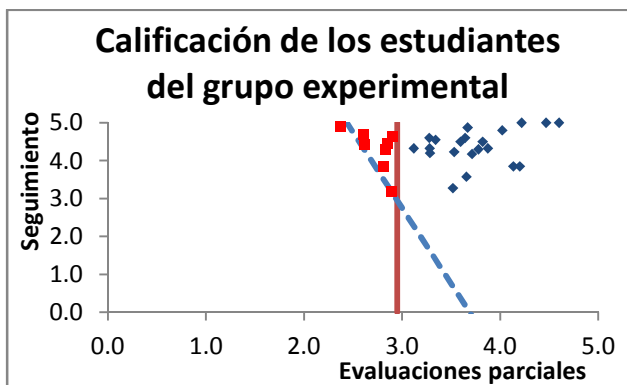


Figura 13. Relación entre los resultados del seguimiento y evaluaciones parciales.

Los estudiantes del grupo experimental tuvieron un mejor desempeño en las evaluaciones parciales del curso (promedio 3.5) que los estudiantes del grupo control (promedio 2.9), estos valores promedio se muestran en la figura 14.

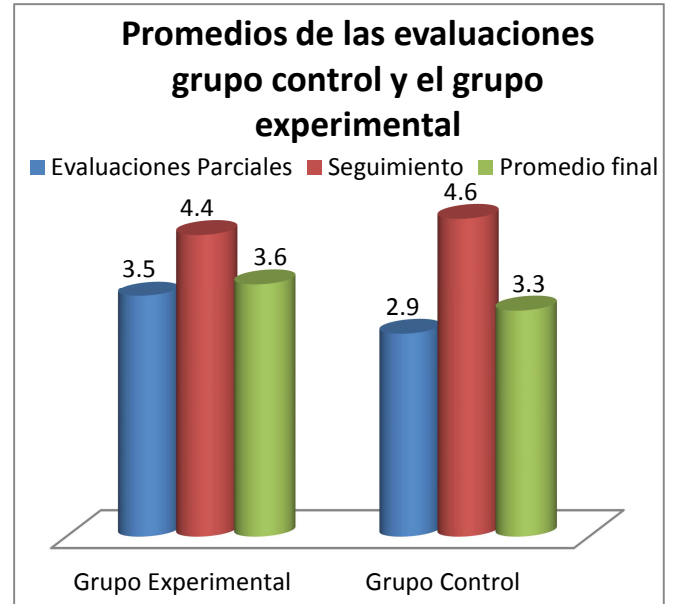


Figura 14. Comparación entre los resultados del grupo control y el grupo experimental (valores sobre 5)

Los resultados del seguimiento en ambos grupos son altos, siendo ligeramente superior en el grupo control, resultado que no se está reflejando directamente en el rendimiento de los estudiantes en las evaluaciones parciales, pues como se mencionó el grupo control obtuvo 2.9 en promedio y el grupo experimental obtuvo 3.5.

Conclusiones

El desempeño del grupo experimental, tanto en las evaluaciones parciales como en la nota final y en el porcentaje de estudiantes que aprobaron la materia, fue mejor que el desempeño del grupo control.

Este resultado puede ser atribuible a la variedad de ejercicios a los cuales estuvo enfrentado el estudiante en el seguimiento con la herramienta dinámica; sin embargo, es necesario realizar más experimentos que permitan obtener resultados más concluyentes sobre el impacto de esta herramienta en el desempeño y logro de los objetivos de la asignatura.

Se ha construido una herramienta que apoya los procesos de evaluación de los contenidos y que podrán utilizar los estudiantes en el futuro en su proceso de formación.

Una explicación del mejor desempeño de los estudiantes del grupo experimental puede estar en el hecho de que el sistema les propone diversas situaciones (en el ambiente dinámico) y por esta razón los estudiantes adquieren una mejor formación en relación a los objetivos propuestos en la asignatura mientras que esto no ocurre en el grupo control porque los ejercicios son fijos y se favorece la memorización.

El uso de la herramienta computacional como apoyo al proceso de evaluación de la asignatura Estática, puede transformar no solo los logros en el aprendizaje de los estudiantes sino que puede impactar positivamente en la actitud con la cual los estudiantes asumen el curso, mejorando su receptividad y motivación.

El nivel de interactividad al cual se está llegando con este sistema puede consolidarlo en el corto plazo como una herramienta de estudio para los cursos básicos de ingeniería. Este esquema de formación a partir del uso ejercicios dinámicos se ha empezado a replicar en cursos de ciencias básicas de la universidad como Cálculo.

Referencias

Al-Masoud, Nidal. "Development of MATLAB Graphical User Interface for Teaching Statics".

Proceedings of the ASME 2005 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2005).

Beer, F.P. y Johnston Jr; "Estática y Mecánica de Materiales". McGraw-Hill, Inc. ER (2007).

Biggs, J. "Calidad del aprendizaje universitario". Narcea, S.A. De Ediciones. Colección universitaria. Segunda edición, Madrid, España. Buckingham. pp. 29. (2006).

Bordas, M; "Estrategias de evaluación de los aprendizajes centrados en el proceso". Revista Española de Pedagogía, No.218.pp.25 a 48. . (2006).

Boresi, P, and Schmidt R "Engineering Mechanics: Statics General Engineering". Brooks/Cole, Universidad Estatal de Pensilvania, pp. 553. (2011).

Chamilo. "Open source e-learning and collaboration software".disponible en: <http://www.chamilo.org/> (2012).

Condoor, S. "Reformulating the Statics Course: A Design-Based Approach". Proceedings of the ASME 2008 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2008)

IMS "Global Learning Consortium" disponible en: <http://www.imsglobal.org/> (2012).

Kats, Y. "Learning management system technologies and software solutions for online teaching: tools and applications". Information Science Reference, s.l. pp. 20. (2010).

McDonald, R et al. "Nuevas perspectivas sobre la educación". Boletín Cinterfor: Boletín Técnico Interamericano de Formación Profesional. Nº. 149, pp. 41-72. (2000).

Mc Nair, L and Venters C; "Work in progress: Using Writing-to-Learn Methods to Improve

Conceptual knowledge in Engineering Statics". 42nd ASEE/IEEE Frontiers in Education, Seattle, Washington (2012):1029-1030.

Restrepo, J.; "Generador automático de tareas como apoyo a los procesos de evaluación, asignatura estática", Reunión Nacional ACOFI.(2012).

Steif, P. Dollar, A;"Reinventing the teaching of statics". Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. (2004).

Steif, P.S. and Dantzler, J.A.; "A Statics Concept Inventory Development and Pyschometric Analysis." Journal of Engineering Education 94, No.4 (2005): 363-71.

Soutas-Little, Robert W.et al; "Engineering Mechanics: Statics" Prentice Hall, pp. 289. (2009).

Copyright of Latin American & Caribbean Journal of Engineering Education is the property of Latin American & Caribbean Consortium of Engineering Institutions and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.