

Effect of an Interactive System with Automatic Generation of Exercises on the Performance and Defection of Students in Engineering Course of Static.

John Jairo Tangarife Velez ¹, Jaime Leonardo Barbosa Pérez ¹, and Jorge Luis Restrepo Ochoa ¹
¹ Universidad EAFIT, Colombia, jtangarl@eafit.edu.co, jbarbosa@eafit.edu.co, jrestrep@eafit.edu.co

Abstract– The “evaluation system for statics course SIEVAL” project was conceived with the purpose of implement a pedagogic support based on information technologies that complements the statics courses’ teachers labor of the engineering school of EAFIT university, with the goal of reduce the defection index of students and increase the number of people who finished the course with sufficiency over the topics. This article shows a significant reduction in the number of students that leaves the course and an increase on people who approve the course in the time lapse the system has been used.

Keywords— Statics, IRT, e-learning, LCMS, assessment.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.193>

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

13th LACCEI Annual International Conference: “Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?”
July 29-31, 2015, Santo Domingo, Dominican Republic **ISBN:** 13 978-0-9822896-8-6 **ISSN:** 2414-6668
DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.193>

Efecto de un sistema interactivo con generación automática de ejercicios sobre el desempeño y la deserción de los estudiantes del curso de estática en ingeniería.

John Jairo Tangarife Velez, Estudiante de Maestría en Ingeniería*,
Jaime Leonardo Barbosa Pérez, Profesor del departamento de Ingeniería Mecánica*
y Jorge Luis Restrepo Ochoa, Profesor del departamento de Ingeniería Mecánica*

*Universidad EAFIT, Colombia, jtangar1@eafit.edu.co, jbarbosa@eafit.edu.co, jrestrep@eafit.edu.co

Abstract—The “evaluation system for statics course SIEVAL” project was conceived with the purpose of implement a pedagogic support based on information technologies that complements the statics courses’ teachers labor of the engineering school of EAFIT university, with the goal of reduce the defecion index of students and increase the number of people who finished the course with sufficiency over the topics. This article shows a significant reduction in the number of students that leaves the course and an increase on people who approve the course in the time lapse the system has been used.

Keywords—Statics, IRT, e-learning, LCMS, assessment.

Resumen—El proyecto “sistema de evaluación de la materia estática SIEVAL” se concibió con el propósito de implementar un apoyo pedagógico basado en tecnologías de la información, que complemente la labor de los docentes de la asignatura estática de la escuela de ingeniería de la universidad EAFIT, con la meta de reducir el índice de deserción de los estudiante y aumentar la cantidad personas que culminan con suficiencia la materia. En el presente artículo se muestra una disminución apreciable en el número de estudiantes que desertan del curso de estática y un incremento en el número de personas que aprueban la asignatura en el periodo en que se ha utilizado esta herramienta.

Palabras Clave—Estática, IRT, e-learning, LCMS, exámenes.

I. INTRODUCCIÓN

La asignatura Estática se encarga de introducir a los alumnos de mecánica en la solución de problemas de la naturaleza que tienen que ver con la mecánica clásica en cuanto al cálculo de fuerzas en sistemas que se encuentra en condiciones de equilibrio; es por lo tanto, una materia básica y fundamental para el proceso de formación de cualquier alumno del programa de ingeniería mecánica y otras ingenierías[1], por esta razón, es muy importante que en etapas tempranas de la carrera, los estudiantes adquieran las habilidades que ofrece el programa de esta asignatura.

Sin embargo, no es tarea sencilla debido a la cantidad de recursos matemáticos y de comprensión en temas básicos de la física que se requiere para dominar la temática tratada en la materia, por lo tanto, exige especial atención y un apoyo adicional por parte de la coordinación del programa hacia los estudiantes. Es por esto, que se busca innovar en cuanto a complementos de aprendizaje y métodos de evaluación para el desarrollo académico de la materia, pensando en los métodos de aprendizaje y las actividades de estudio de los estudiantes, que muchas veces, está basado en la forma como se evidenciará al final el resultado de su proceso de aprendizaje[2]. Teniendo en cuenta este factor es clave ofrecer a los alumnos una forma efectiva de estudiar para su examen de manera que este no recurra a memorizar los ejercicios o aspectos puntuales de estos.

Se ideó una plataforma apoyada en sistemas de información, que sirva tanto para la evaluación de los contenidos que el alumno debe

conocer para demostrar suficiencia en un tema, como para que el alumno a su vez haga ejercicios de entrenamiento, se auto-evalúe y se capacite para presentar una prueba con la misma dinámica con la que será evaluado; esto es el sistema de evaluación de la materia estática SIEVAL.

II. METODOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DEL CURSO DE ESTÁTICA

En la universidad EAFIT, la asignatura Estática está en el plan académico de los estudiantes que cursan ingeniería civil, ingeniería mecánica e ingeniería de producción; en promedio por semestre académico pueden cursar la materia 200 estudiantes distribuidos como lo muestra la figura 1.

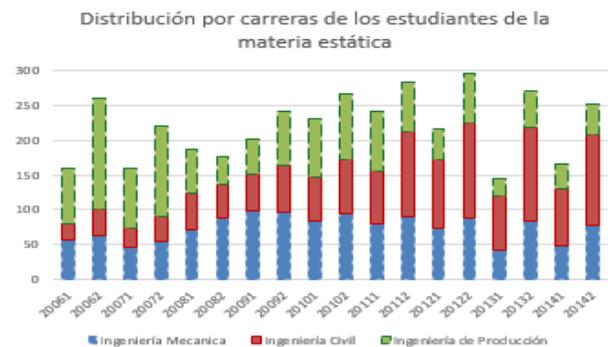


Figura 1. Distribución de los estudiantes por carrera de la materia estática de la universidad EAFIT desde el primer semestre del 2006 hasta el segundo semestre del 2014.

Entre estos estudiantes hay quienes ven la materia por primera vez y los que ya la han cursado anteriormente como se puede ver en la figura 2

El programa académico de la asignatura se adecua al contenido de los libros de estática de diferentes autores; este programa contiene estática de partícula, estática de cuerpo rígido, centroides e inercias, estructuras articuladas, fuerzas en vigas y diagramas, cables con cargas puntuales y distribuidas y fricción con una aplicación en cuñas.

En el periodo del 2006-1 al 2007-2 el curso tenía una intensidad de 60 horas semestrales. Del 2008-1 al 2014-2 la intensidad del curso fue de 48 horas semestrales. Esto debido a la adecuación del programa a la normativa del ministerio de educación con miras al proceso de homologación de asignaturas en otras universidades dentro y fuera del país.



Figura 2. Estudiantes Matriculados nuevos y repitentes en la materia estática de la universidad EAFIT desde el segundo semestre del 2006 hasta el segundo semestre del 2014.

El periodo comprendido entre el semestre 2006-1 y el semestre 2010-1 se dictó el contenido de la asignatura descrito anteriormente, desde el semestre 2010-2 al semestre 2014-2 el tema de inercias pasó a dictarse en otra asignatura, mecánica de sólidos.

La calificación de las evaluaciones se hace de manera cuantitativa según políticas de la universidad, calificando en un rango de 0 a 5, y la materia se gana si el promedio acumulado durante el periodo académico es mayor a 3.

La evaluación del curso ha estado formada principalmente por 3 parciales, un seguimiento y un examen final durante el periodo del 2006-1 al 2014-2. En 12 semestres el seguimiento se ha tenido en cuenta en la evaluación y en un semestre no se realizó examen final solo parciales y seguimiento.

El seguimiento ha consistido principalmente en quices, los cuales evalúan el tema visto en la semana anterior mediante una prueba escrita. Los parciales se han presentado de forma escrita durante el periodo que estamos analizando.

Las políticas de cancelación permiten que el estudiante cancele la materia a partir de la tercera semana de clase y hasta las fechas definidas en el calendario de actividades que normalmente es hasta la calificación del 75% de la materia; al hacer la cancelación, al estudiante no se le tienen en cuenta para el promedio las notas sacadas en la materia durante el periodo académico.

En el semestre 2011-2 se realizó una primera prueba en la plataforma utilizando el sistema DOKEOS, se eligió un grupo de estudiantes al azar para que presentara los quices en esta plataforma. Al ser la primera prueba los resultados obtenidos no fueron satisfactorios debido a diversos inconvenientes Durante el periodo entre el 2012-1 al 2013-2 se utilizó la plataforma CHAMILO. Se utilizaron diferentes formas para el uso de la plataforma, quices de seguimiento, talleres de estudio, como parte de los parciales.

En el último año, 2014-1 y 2014-2 se utilizó la plataforma MOODLE para la realización de los quices de seguimiento. Se asignó a cada grupo un horario y en ese horario se presentan los

quices de forma controlada.

Durante los semestres que se hizo uso de la plataforma, el estudiante tuvo la posibilidad de entrenarse en la misma y así prepararse para las evaluaciones.

III. PLATAFORMA DE ENTRENAMIENTO Y EVALUACIÓN

El sistema de evaluación SIEVAL, actualmente, se encuentra implementado sobre una plataforma LCMS¹ con licencia libre GNU² llamada Moodle, que es una plataforma e-learning diseñada para apoyar a los educadores y los estudiantes, con un sistema integrado y robusto para crear ambientes de aprendizaje personalizados. Su desarrollo es coordinado por la compañía australiana Moodle HQ, conformada por 30 desarrolladores y financiada por mas de 60 compañías aliadas al rededor del mundo[3].

Esta plataforma permite programar los detalles de las pruebas como lo es el tipo y numero de ejercicios, porcentajes de peso en la calificación global, tiempos de inicio y duración de la prueba, estudiantes habilitados para presentarla, resultados de la evaluación. Las pruebas y los exámenes se habilitan para que el estudiante se entrene antes de ser evaluado, con la ventaja de que las respuestas serán cambiadas al momento de realizarlo nuevamente evitando la memorización de valores puntuales. La plataforma también permite el almacenamiento y análisis posterior de la información que resulta del uso del sistema[4].

Una ventaja más de este tipo de sistemas es que permite la administración de bancos de preguntas. En el proyecto SIEVAL, estos son alimentados continuamente con cuestionarios auto-generadas desde una aplicación de escritorio, la cual, de manera aleatoria cambia parámetros de cada pregunta, generando así variaciones de la misma sin cambiar el sentido ni el propósito de evaluación. El planteamiento de las preguntas es proporcionado por los profesores de la materia: ellos plantean un problema genérico y enmarcan los valores que pueden variar y en que rangos de variación como se ve en la figura 3.

Se proporciona también, que tipo de variables tiene el problema, variaciones de la pregunta que se dan al momento de plantearlas (casos en la figura 3) y finalmente, las preguntas específicas que se harán al estudiante. Teniendo en cuenta la naturaleza del problema, el profesor define si el gráfico que contextualiza el ejercicio es dinámico o estático y si la pregunta es de selección múltiple o de única respuesta.

Una vez planteado el ejercicio, se crea uno o varios algoritmos que generen diferentes versiones de éste sin cambiar el propósito y el concepto a ser evaluado y finalmente se codifica.

Generados estos ejercicios, se prueban de la mano de personas calificadas en temas de estática como monitores y profesores de la materia para finalmente convertir a un formato que soporte la plataforma. Desde la plataforma, se importan las preguntas y se clasifican por sus temáticas y una vez clasificadas, se crean los talleres, exámenes o ejercicios que tomarán los alumnos a lo largo del desarrollo del curso, de tal manera que estas actividades sean planeadas y activadas según la su planificación.

¹Learning content management system

²GENERAL PUBLIC LICENSE

Capítulo	INTRODUCCIÓN Y CONCEPTO DE FUERZA	
Tema	Suma de fuerzas colineales	
Enunciado	En la figura se representan gráficamente varias fuerzas con su magnitud, dirección y sentido. Caso 1: Tres Fuerzas horizontales o verticales Caso 2: Tres Fuerzas inclinadas	Figura
Caso 1: Elementos variables en el enunciado	Rangos de variación de los elementos	
Magnitud de la primera fuerza, f_1	1.0	1000
Magnitud de la segunda fuerza, f_2	$N^* f_1$ con $1.5 < N < 4$	
Dirección de la primera fuerza, α_1	Un valor de la lista (0°, 90°, 180°, 270°)	
Dirección de la segunda fuerza, α_2	Si $\alpha_1 = 0$ ó 180 → $\alpha_2 = 0$ ó 180 Si $\alpha_1 = 90$ ó 270 → $\alpha_2 = 90$ ó 270	
Caso 1: Elementos variables en el enunciado	Rangos de variación de los elementos	
Magnitud de la primera fuerza, f_1	1.0	1000
Magnitud de la segunda fuerza, f_2	$N^* f_1$ con $1.5 < N < 4$	
Magnitud de la tercera fuerza, f_3	$N^* f_1$ con $1.5 < N < 4$	
Dirección de la primera fuerza, α_1	Un valor de la lista (0°, 90°, 180°, 270°)	
Dirección de la segunda fuerza, α_2	Si $\alpha_1 = 0$ ó 180 → $\alpha_2 = 0$ ó 180 Si $\alpha_1 = 90$ ó 270 → $\alpha_2 = 90$ ó 270	
Dirección de la tercera fuerza, α_3	Si $\alpha_1 = 0$ ó 180 → $\alpha_3 = 0$ ó 180 Si $\alpha_1 = 90$ ó 270 → $\alpha_3 = 90$ ó 270	
Caso 3: Elementos variables en el enunciado	Rangos de variación de los elementos	
Magnitud de la primera fuerza, f_1	1.0	1000
Magnitud de la segunda fuerza, f_2	$N^* f_1$ con $1.5 < N < 4$	
Magnitud de la tercera fuerza, f_3	$N^* f_1$ con $1.5 < N < 4$	
Dirección de la primera fuerza, α_1	Un valor α entre 15 y 75 más un valor de la lista (0°, 90°, 180°, 270°)	
Dirección de la segunda fuerza, α_2	$\alpha_2 = \alpha_1$ ó $\alpha_2 = \alpha_1 + 180$	
Dirección de la segunda fuerza, α_3	$\alpha_3 = \alpha_1$ ó $\alpha_3 = \alpha_1 + 180$	
Preguntas	Nivel de dificultad	Nivel de discriminación
1. La magnitud de la resultante de las fuerzas es:		
2. La dirección y sentido de la resultante de las fuerzas es:		
3.		
Información adicional / Ayuda		

Figura 3. Planteamiento de un ejercicio de suma de fuerzas colineales a ser implementado en la plataforma.

Finalmente, se hace un análisis con los resultados de las actividades para verificar las falencias y/o fortalezas de los estudiantes y calcular la dificultad de las pruebas con la ayuda de IRT³.

IV. GENERACIÓN DE PREGUNTAS DINÁMICAS

Para generar pruebas que de manera aleatoria sin afectar el propósito o sentido de éstas, se cuenta con una aplicación de escritorio codificada en Java⁴. La estructura de la aplicación (ver figura 4) facilita la escritura de un ejercicio para que se haga como lo haría normalmente un profesor: plantea un problema con un contexto que puede contener una imagen y posee una o mas preguntas; su objetivo es evaluar una temática específica. Las preguntas dependiendo de su naturaleza pueden ser de selección múltiple o con una respuesta acotada con un sesgo de precisión para calificarla.

Una vez codificado el ejercicio, se pueden generar variaciones de este, al hacer cambiar sus parámetros de manera aleatoria con números dentro de un rango determinado. Luego se clasifica el tipo de preguntas que tiene el ejercicio y si son de respuesta múltiple, les proporciona las respuestas erradas de manera aleatoria con valores cercanos al de la respuesta correcta. Finalmente se crea un archivo plano que es el que se convierte al formato de la plataforma específica; para SIEVAL, los convierte en formato Moodle XML.

³Item response theory

⁴Lenguaje de programación orientada a objetos

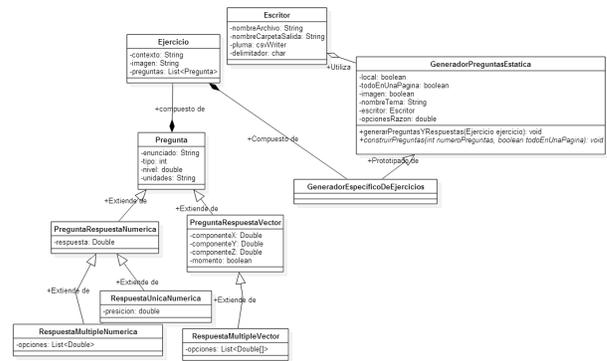


Figura 4. Modelo de clases de la aplicación de escritorio utilizada por SIEVAL para la generación de preguntas con variación aleatoria.

V. CALIBRACIÓN DE LAS PREGUNTAS

Para determinar la dificultad de las preguntas y si es adecuada la forma en que se plantea actualmente un ejercicio, se realizaron tres pruebas entre los años 2013 y 2014 con alumnos de la asignatura estática y con el uso de la teoría de respuesta al ítem⁵ o IRT se hicieron análisis y se sacaron conclusiones que ayudan a definir el tipo de preguntas que deben hacerse en la plataforma.

V-A. Medición de la dificultad de los ejercicios

Con la primera prueba, se buscó determinar la dificultad de ciertas preguntas al agregar factores adicionales en su planteamiento. Consistió en la evaluación de la competencia del cálculo de fuerzas de reacción y fuerzas internas (fuerza cortante, momento flector) donde La mitad de la pruebas, corresponde a problemas con vigas con una sola carga y la otra mitad con dos cargas.

Para simplificar las pruebas, no se tuvo en cuenta el factor de adivinación, por lo tanto, se calculó la dificultad de las preguntas utilizando la ecuación característica IRT con dos parámetros⁶: la dificultad del ítem b_i y la capacidad de discriminación a_i además del parámetro de la capacidad esperada de quien realice la prueba θ .

$$P_i(\theta, a_i, b_i) = \frac{e^{[a_i(\theta - b_i)]}}{1 + e^{[a_i(\theta - b_i)]}} \quad (1)$$

Los resultados obtenidos en esta prueba se muestran en la figura 5. Gracias a estos resultados, se pudo determinar de manera cuantitativa, que las preguntas de cálculo de fuerzas de reacción y fuerzas internas con dos cargas tienen una mayor dificultad que las preguntas con una sola carga [4].

V-B. Influencia sobre la dificultad de las preguntas de la variación de sus parámetros

Esta prueba tuvo el propósito de verificar qué influencia tiene la variación de los datos en la dificultad de las preguntas y se llevó a cabo una prueba con dos exámenes a dos grupos diferentes. Un examen tenía preguntas donde no se cambia el valor de sus parámetros y el otro con preguntas donde se cambian sus parámetros

⁵Herramienta estadística que permite obtener características de las preguntas de una evaluación, y la habilidad de la persona que resuelve la pregunta, sin importar el grupo de personas que resuelva la prueba. [1].

⁶Este cálculo se hizo con la ayuda del software de estimación IRT IRTLDRDIF201

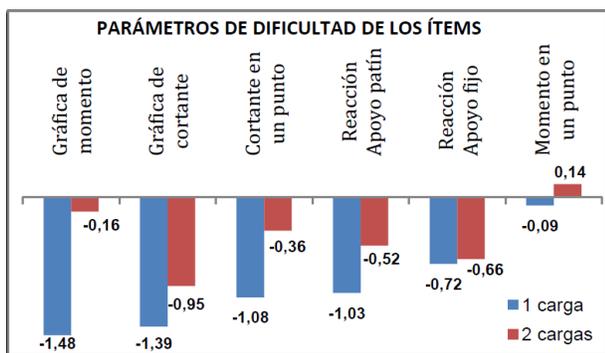


Figura 5. Dificultad calculada de las preguntas planteadas en la prueba 1.

de manera aleatoria.

Para obtener los parámetros IRT⁷ de dificultad y discriminación utilizando la misma ecuación (1) de la primera prueba.

Aparte de los resultados que se obtuvieron de los dos grupos, se realizó un tercer análisis tomando todos los datos y considerándolos una sola muestra.

La figura 6 muestra la tendencia de los resultados en los tres análisis. La tendencia de las gráficas es similar, permitiendo concluir que al cambiar de valor las variables del ejercicio, no se incurre en modificar la dificultad de este [5].



Figura 6. Comparativa de los resultados individuales de los grupos y el resultado de considerarlos un solo grupo.

V-C. Influencia del factor de adivinación en la dificultad de la prueba

Una última prueba consistió en determinar el impacto del factor de adivinación que no se ha tenido en cuenta hasta el momento al calibrar las preguntas. Este factor tiene presencia en la plataforma ya que la mayor parte de las preguntas que se hacen son de selección múltiple con única respuesta. Para verificar la influencia del factor de adivinación en la dificultad de una pregunta se evaluaron dos temas: cables y presión hidrostática.

A un grupo se les evaluó el tema de cálculos estáticos sobre compuertas sumergidas con preguntas de selección múltiple y única respuesta; y el tema de cables se les evaluó con preguntas

de respuesta numérica. Al otro grupo se le hicieron las mismas preguntas pero ahora el tema de cables con preguntas de selección múltiple y única respuesta y el tema de cálculos estáticos sobre compuertas sumergidas con preguntas de respuesta numérica.

La figura 7 muestra gráficamente cómo las preguntas de selección múltiple en las preguntas de presión hidrostática tienen una dificultad menor que las preguntas de respuesta numérica a pesar de que el planteamiento es el mismo. Esta evidencia se corrobora con los resultados de la prueba de cables como se puede ver en la figura 8, a pesar de que las preguntas son ahora de un tema diferente y los grupos se alternan el tipo de respuesta.

PRESIÓN HIDROSTÁTICA

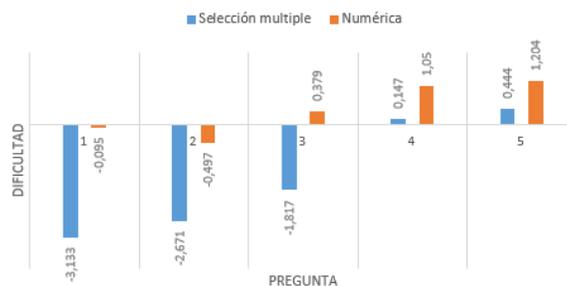


Figura 7. Comparativa de la dificultad entre preguntas de selección múltiple con única respuesta y preguntas con respuesta numérica para el tema de presión hidrostática.

CABLES

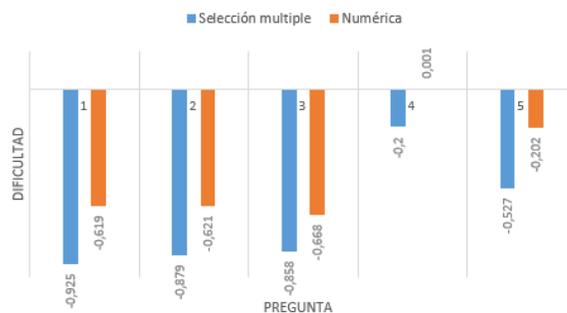


Figura 8. Comparativa de la dificultad entre preguntas de selección múltiple con única respuesta y preguntas con respuesta numérica para el tema de Cables.

Los resultados de esta tercera prueba, motivaron a los involucrados en el proyecto a tener en cuenta el factor de adivinación c_i y hacer los cálculos con la ecuación de tres parámetros de IRT (2) para de esta manera tener una mayor precisión en el cálculo de la dificultad de las preguntas y una mejor y más precisa calibración de las preguntas del sistema de evaluación [6].

$$P_i(\theta, a_i, b_i, c_i) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{[a_i(\theta - b_i)]}}{1 + e^{[a_i(\theta - b_i)]}} \quad (2)$$

⁷Para realizar estos cálculos se utilizó Xcalibre 4.2

VI. RESULTADOS

El comportamiento de los estudiantes que se matriculan en la materia de estática en cuanto a cantidad de estudiantes que terminan y cancelan la materia desde el año 2006 hasta el año 2014 se ve en la tabla I.

Tabla I
ESTUDIANTES MATRICULADOS QUE CANCELAN O TERMINAN EN LOS CURSOS DE ESTÁTICA DE LOS PROGRAMAS INGENIERÍA MECÁNICA, INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN DE LA UNIVERSIDAD EAFIT DESDE EL AÑO 2006 AL 2014

Semestre	Matriculados	Cancelan		Terminan	
		No.	%	No.	%
20061	159	64	(40,3 %)	95	(59,7 %)
20062	260	37	(14,2 %)	223	(85,8 %)
20071	159	60	(37,7 %)	99	(62,3 %)
20072	220	128	(58,2 %)	92	(41,8 %)
20081	186	65	(34,9 %)	121	(65,1 %)
20082	177	103	(58,2 %)	74	(41,8 %)
20091	202	66	(32,7 %)	136	(67,3 %)
20092	241	80	(33,2 %)	161	(66,8 %)
20101	232	48	(20,7 %)	184	(79,3 %)
20102	267	45	(16,9 %)	222	(83,1 %)
20111	241	64	(26,6 %)	177	(73,4 %)
20112	283	95	(33,6 %)	188	(66,4 %)
20121	217	40	(18,4 %)	177	(81,6 %)
20122	297	35	(11,8 %)	262	(88,2 %)
20131	144	19	(13,2 %)	125	(86,8 %)
20132	272	25	(9,2 %)	247	(90,8 %)
20141	166	20	(12,0 %)	146	(88,0 %)
20142	253	38	(15,0 %)	215	(85,0 %)
Total	3976	1032		2944	
Promedio	221	57	(26,0 %)	164	(74,0 %)

En cuanto a desempeño, en este mismo periodo de tiempo, las personas que aprueban o reprueban la materia se muestra en la tabla II.

Tabla II
ESTUDIANTES MATRICULADOS QUE GANAN O PIERDEN LOS CURSOS DE ESTÁTICA DE LOS PROGRAMAS INGENIERÍA MECÁNICA, INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN DE LA UNIVERSIDAD EAFIT DESDE EL AÑO 2006 AL 2014

Semestre	Matriculados	Ganan		Pierden	
		No.	%	No.	%
20061	159	77	(48,4 %)	18	(11,3 %)
20062	260	171	(65,8 %)	52	(20,0 %)
20071	159	70	(44,0 %)	29	(18,2 %)
20072	220	67	(30,5 %)	25	(11,4 %)
20081	186	87	(46,8 %)	34	(18,3 %)
20082	177	48	(27,1 %)	26	(14,7 %)
20091	202	104	(51,5 %)	32	(15,8 %)
20092	241	96	(39,8 %)	65	(27,0 %)
20101	232	135	(58,2 %)	49	(21,1 %)
20102	267	157	(58,8 %)	65	(24,3 %)
20111	241	150	(62,2 %)	27	(11,2 %)
20112	283	129	(45,6 %)	59	(20,8 %)
20121	217	120	(55,3 %)	57	(26,3 %)
20122	297	225	(75,8 %)	37	(12,5 %)
20131	144	77	(53,5 %)	48	(33,3 %)
20132	272	189	(69,5 %)	58	(21,3 %)
20141	166	114	(68,7 %)	32	(19,3 %)
20142	253	63	(64,4 %)	52	(20,6 %)
Total	3976	2179		765	
Promedio	221	121	(54,8 %)	43	(19,2 %)

En el periodo del 2006 al 2011 que corresponde a la época antes de implementar la plataforma (figura 9), se puede ver que en promedio el 35,2 % de de los estudiantes cancelaron la materia.

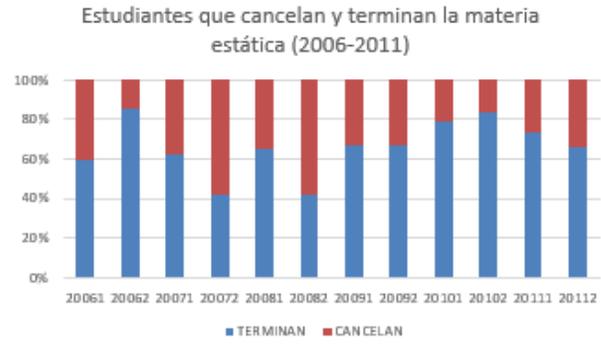


Figura 9. Cancelaciones de la materia estática de la universidad EAFIT desde el primer semestre del 2006 hasta el segundo semestre del 2011.

La cantidad de estudiantes que cancelaron la materia luego de implementada la plataforma (figura 10) fue en promedio de 14,2 %.



Figura 10. Cancelaciones de la materia estática de la universidad EAFIT desde el primer semestre del 2012 hasta el segundo semestre del 2014.

En cuanto al desempeño de los estudiantes que se matriculan en la materia antes del primer semestre del 2012 (figura 11) en promedio el 48,2 % de los estudiantes ganaron la materia.

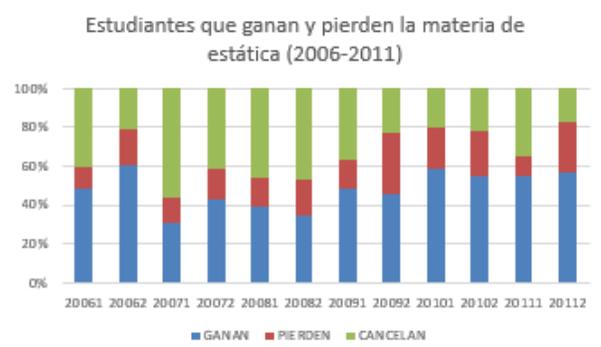


Figura 11. Porcentaje de estudiantes que ganan la materia estática de la universidad EAFIT desde el primer semestre del 2006 hasta el segundo semestre del 2011.

El desempeño posterior (figura 12) a la implementación de la plataforma muestra que el 65,4 % de los estudiantes ganaron.

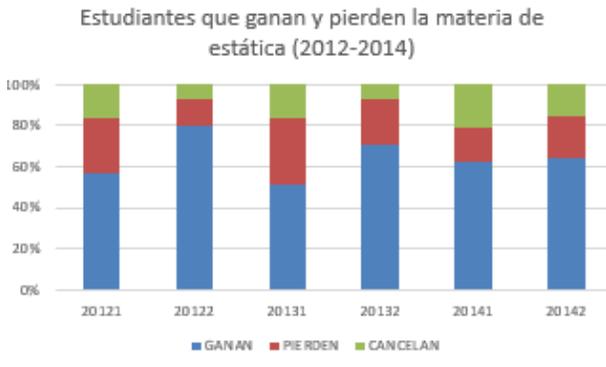


Figura 12. Porcentaje de estudiantes que ganan la materia estática de la universidad EAFIT desde el primer semestre del 2012 hasta el segundo semestre del 2014.

La tendencia de la deserción de los estudiantes, según su condición de estudiantes nuevos o repitentes es la misma que los resultados expuestos en esta sección como se evidencia en la figura 13.

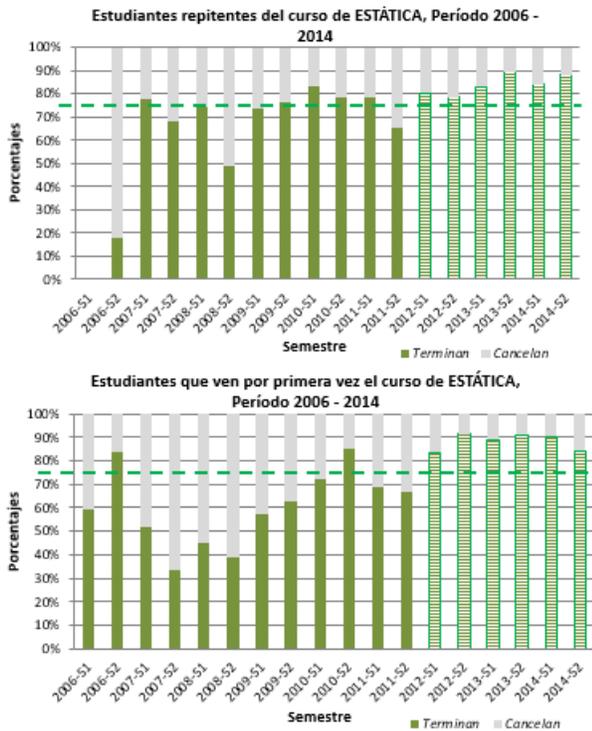


Figura 13. Gráficas con porcentaje de deserción de los estudiantes nuevos y repitentes que cursaron la materia estática de la universidad EAFIT desde 2006 al 2014.

De la misma manera, se puede ver que la tendencia del desempeño de los estudiantes de la materia según su condición de nuevos y repitentes es acorde a los resultados (ver figura 14).



Figura 14. Gráficas con porcentaje de los resultados de los estudiantes nuevos y repitentes que cursaron la materia estática de la universidad EAFIT desde 2006 al 2014.

También podemos ver que la tendencia en cuanto a cancelaciones se mantiene sin importar el programa académico de los estudiantes como se refleja en la figura 15.

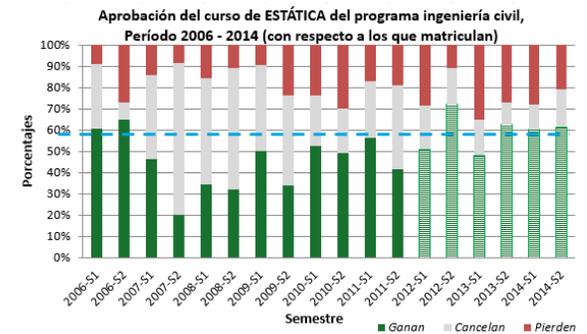
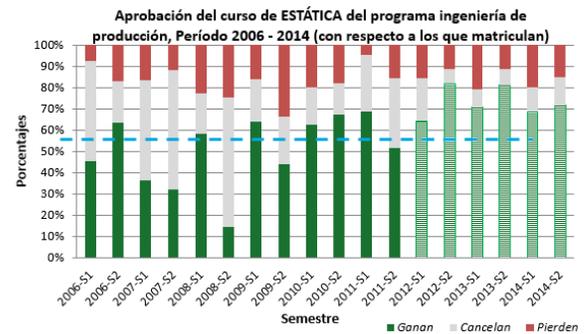
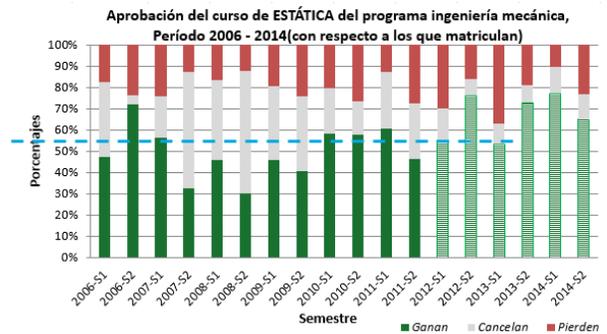
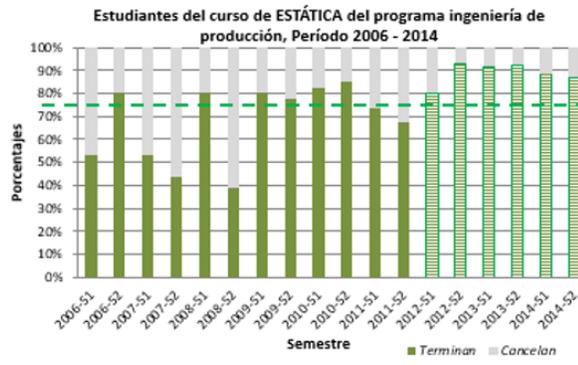
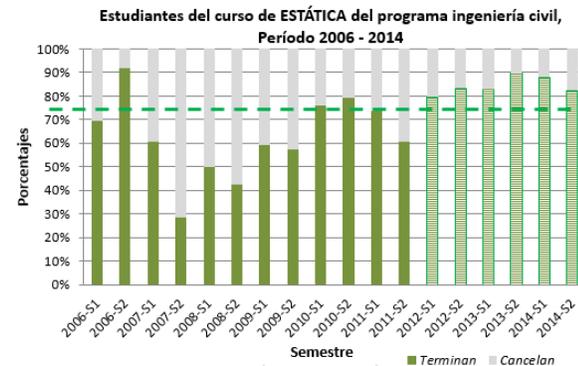
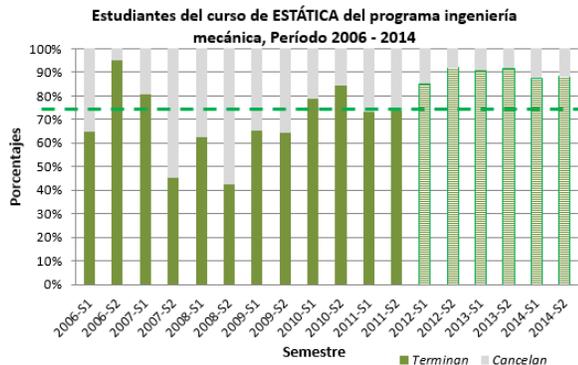


Figura 15. Gráficas con porcentaje de las cancelaciones de los estudiantes de la materia estática de la universidad EAFIT por carrera desde 2006 al 2014.

Finalmente los resultados por carrera también siguen la tendencia de los resultados aquí descritos y esto lo podemos constatar en la figura 16.

Figura 16. Gráficas con porcentaje de los resultados de los estudiantes de la materia estática de la universidad EAFIT por carrera desde 2006 al 2014.

VII. CONCLUSIONES

Con la implementación del sistema de evaluación de la materia estática SIEVAL, desde el primer semestre del 2012, se ha disminuido la deserción del curso del 35,2% al 14,2% reduciendo a más de la mitad la cantidad de personas que cancelan la materia. De igual forma, el porcentaje de personas que ganan la materia, aumentó del 48,2% al 65,4%. Estos datos reflejan como la aceptación de la plataforma en la materia ha influido en el desempeño y la confianza tanto por parte de los profesores como de los alumnos que toman la materia estática en la universidad EAFIT.

También es evidente que la mejora en el desempeño de los alumnos de la materia es independiente a su condición de nuevo o repitente, e incluso es independiente a al programa que cursen ya que la tendencia es muy alentadora para todos los programas académicos en los últimos 3 años.

Finalmente los resultados son alentadores y motivan a continuar con el trabajo que se viene haciendo con el sistema de evaluación para apoyar el proceso de aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1] J. L. Restrepo Ochoa, J. L. Barbosa Pérez, and L. F. Zapata Rivera, "Resultados experimentales de la aplicación de un sistema de evaluación dinámico en la asignatura de Estática," *Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education*, vol. 7, no. 1, p. 11, 2013.
- [2] J. L. Restrepo Ochoa, "GENERADOR AUTOMÁTICO DE TAREAS COMO APOYO A LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN, ASIGNATURA ESTÁTICA," in *ACOFI*, Reunión Nacional ACOFI 2012, (Medellín – Colombia), Sept. 2012.
- [3] M. community, "About Moodle - MoodleDocs." https://docs.moodle.org/28/en/About_Moodle#Proven_and_trusted_worldwide, Feb. 2015. Accedido 11 de marzo del 2015.
- [4] J. L. Restrepo Ochoa, J. L. Barbosa Pérez, and A. Restrepo Cadavid, "MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS IRT DE UNA TAREA DINÁMICA EN LA ASIGNATURA ESTÁTICA," WEEF: Innovación en investigación y educación en ingeniería: factores claves para la competitividad global, (Cartagena Colombia), Sept. 2013.
- [5] A. Restrepo Cadavid, J. L. Barbosa Pérez, and J. L. Restrepo Ochoa, "Items' difficulty level determination based on a Statics test with parameters variation," 2014 IEEE Frontiers in Education Conference, IEEE, 2014.
- [6] A. Restrepo Cadavid, J. L. Barbosa Pérez, and J. L. Restrepo Ochoa, "EVALUACIÓN DE LA DIFICULTAD DE PRUEBAS EN LA ASIGNATURA ESTÁTICA CON DIFERENTES TIPOS DE PREGUNTAS," EIEI 2014: Nuevos escenarios en la enseñanza de la ingeniería, (Cartagena Colombia), ACOFI, Oct. 2014.