

LUIS FELIPE ZAPATA RIVERA

**SISTEMA EVALUATIVO COMO APOYO AL  
APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE ESTÁTICA**

Proyecto presentado para la obtención del  
título de Magister en Ingeniería

Área de concentración:  
Informática educativa

Asesor:  
Ph.D. Jorge Luis Restrepo Ochoa  
Universidad EAFIT

**Maestría en Ingeniería  
Universidad EAFIT  
Medellín – Colombia  
Mayo 2013**

## 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 proyecto muestra el diseño e implementación de un sistema de evaluación en línea que hace uso de un generador automático de tareas el cual propone ejercicios generados dinámicamente por el computador (evaluaciones con diferentes versiones de un mismo ejercicio para cada estudiante) generados por el computador y usando plataformas E-Learning, el sistema permite a los estudiantes realizar evaluaciones formativas para asegurar la adquisición de conocimientos y favorecer procesos de auto aprendizaje y a los profesores hacer evaluaciones sumativas utilizando el mismo instrumento además se muestran los resultados de la experiencia en la evaluación de estudiantes de la asignatura de Estática de los 2 últimos años. Estos resultados han sido positivos en términos de las notas finales de los estudiantes.

**Palabras Claves** — Estática, Evaluación en línea, LMS, Procesos de entrenamiento y evaluación.

## ABSTRACT

The Statics course like many other basic engineering courses are evaluated by solving exercises that test the learning student process, these exercises usually are taken from course guide books or class notes from teachers. Such type of exercises encourages memorization miss making the testing sense because assessment is not measuring the capacity acquired in the learning process. This project shows the design and implementation of an online assessment system that makes use of an automatic generator of tasks which proposes dynamic exercises (assessments with different versions of the same exercise for each student) generated by the computer and using e-platforms learning, the system allows students to take formative assessments to ensure the acquisition of knowledge and promote self-learning processes and teachers do summative assessments using the same instrument also shows the results of experience in students assessment of the course of Statics of the last 2 years. These results have been positive in terms of the students' final grades.

**Index Terms** — LMS, Online evaluation, Static, Training and evaluation processes.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
1.1. Objetivos y Motivación del Proyecto.....	7
1.2. Descripción de los Capítulos del Proyecto.....	9
<b>2. Marco Teórico.....</b>	<b>10</b>
2.1. Conceptos de evaluación y competencias.....	10
2.2. Sistemas de evaluación en línea y herramientas de apoyo a la enseñanza.....	12
2.3. Estado del arte.....	17
<b>3. Desarrollo del sistema de evaluación a partir de una herramienta informática de generación automática de tareas y un LMS para la interacción de los usuarios.....</b>	<b>20</b>
3.1. Estructuración de los componentes del sistema de evaluación.....	21
3.2. Definición de competencias a ser evaluadas por el sistema.....	24
<b>4. Implementación del generador de tareas para la asignatura de estática integrado a plataforma E-Learning.....</b>	<b>27</b>
4.1. Programación de las tareas.....	27
4.2. Plataformas E-Learning e interfaces de usuario para el uso de tareas.....	31
<b>5. Experiencias con estudiantes 2011 y 2012.....</b>	<b>36</b>
5.1. Resultados obtenidos en el proceso de pruebas del sistema en versión preliminar durante el segundo semestre de 2011.....	36
5.2. Descripción del estudio experimental durante el 2011.....	40
5.3. Experiencias durante el 2012.....	43
<b>6. Conclusiones y Sugerencias para Proyectos a Futuro.....</b>	<b>47</b>
6.1. Conclusiones.....	47
6.2. Sugerencias para Proyectos a Futuro.....	48
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>49</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>53</b>

## LISTA DE FIGURAS

2.1. Plataformas de E-Learning.....	12
2.2. Demo de Interfaz de curso en Moodle.....	14
2.3. Interfaces de Dokeos.....	15
2.4. Página principal interfaz de Chamilo.....	16
3.1. Contenidos del curso de Estática.....	20
3.2. Diseño de componentes del sistema de Evaluación.....	22
3.3. Enunciado general de la tarea con la definición de variables.....	25
3.4. Formato de opciones erróneas de respuesta basadas en errores típicos conceptuales del estudiante.....	26
4.1. Flujo del Proceso de construcción de una tarea a partir del formato Definido.....	27
4.2. Prototipo funcional del generador de exámenes para docentes.....	29
4.3. Interfaz funcional del generador de exámenes para estudiantes.....	29
4.4. Formato QT12 para tareas generadas.....	30
4.5. Formato XMLMoodle para las tareas generadas.....	31
4.6. Ejemplo de un Ejercicio generado a partir de la tarea general.....	32
4.7. Visualización de una pregunta en la plataforma Chamilo.....	34
4.8. Interfaz de lecciones en la Plataforma Chamilo.....	35
5.1. Numero de ejercicios resueltos por 150 estudiantes como preparación para el examen final de estática (2011-11-24).....	37
5.2. Resultados de 18 estudiantes en prueba preliminar semestre 2 de 2011.....	38
5.3. Porcentaje de acierto por Ítem.....	38
5.4. Relación nota quices Vs notas definitivas usando el sistema de evaluación.....	39
5.5. Relación nota quices Vs notas definitivas usando la plataforma EAFIT Interactiva.....	40
5.6. Porcentaje de estudiantes que perdieron y aprobaron en el grupo control.....	41
5.7. Porcentaje de estudiantes que perdieron y aprobaron en el grupo.....	41
5.8. Relación entre los resultados del seguimiento y evaluaciones parciales.....	42
5.9. Relación entre los resultados del seguimiento y evaluaciones parciales.....	42
5.10. Comparación entre los resultados del grupo control y el grupo experimental (valores sobre 5).....	43
5.11. Nota final promedio de Estática por año de 2006 a 2012.....	45
5.12. Porcentajes de Reprobación de Estática por año de 2006 a 2012.....	45

## LISTA DE TABLAS

3.1. Valoración de las plataformas.....	24
---	----

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. OBJETIVOS Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

En el ámbito educativo se pueden identificar, entre otras, las necesidades de aprender y evaluar. Evaluar hace parte de las funciones básicas asignadas al docente, mientras que el aprender constituye el objetivo principal de la participación del estudiante en el proceso educativo. En la práctica, la utilización de la evaluación únicamente como un elemento de medición puede desplazar, en los estudiantes, la necesidad de aprender por la de aprobar. Sin embargo, estos objetivos pueden conciliarse al desarrollar herramientas que favorezcan la evaluación formativa.

La evaluación puede cumplir funciones más allá de la medición de la apropiación del conocimiento y la clasificación de los estudiantes. Este proceso puede presentar otros beneficios para el docente y el estudiante. Para el docente, el desempeño de los estudiantes en las evaluaciones sirve, también, para establecer formas de mejorar la enseñanza. Para los estudiantes los resultados sirven para identificar puntos fuertes y aspectos por corregir.

El proceso de evaluación formativa se fortalece con el uso de tecnologías informáticas. Estas permiten disponer de amplios bancos de preguntas para el diseño de evaluaciones y autoevaluaciones y de mecanismos estadísticos para retroalimentar el proceso. Además, la virtualidad ha permitido diversificar los espacios y formas de aprendizaje, constituyéndose en un gran aliado de la educación.

Existen en el departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad EAFIT, otras motivaciones para considerar la aplicación de mecanismos de evaluación que soporten el aprendizaje efectivo de los conceptos básicos de las asignaturas. La primera es el reconocimiento de lo importante que es para un profesional de este campo adquirir e interiorizar estos conceptos básicos; ya que este conocimiento caracteriza y es común a todos los ingenieros mecánicos. La segunda es la necesidad de una herramienta de mejoramiento en el desempeño profesional de los egresados, lo que ahora se hace solo con las pruebas de Evaluación de la

calidad en la Educación Superior ECAES.

En el proyecto se pretende implementar un sistema evaluativo que permita, además de medir y clasificar, asegurar la adquisición de conocimientos y favorecer procesos de autoaprendizaje. Un sistema que sea utilizado por los estudiantes para la realización de autoevaluaciones que hagan parte de su sistema de estudio, por los profesores para la medición del grado de apropiación de los conceptos y por los departamentos académicos como un indicador de calidad a partir del cual se pueden establecer actividades de mejoramiento en el proceso de aprendizaje. Se propone realizar exámenes interactivos en la asignatura de estática, que indaguen sobre temas propios de la asignatura en curso y conceptos básicos relacionados con el mismo.

El objetivo general de este trabajo es implementar una herramienta evaluativa para apoyar los procesos de aprendizaje en la asignatura de estática.

Para el cumplimiento del objetivo final del proyecto, se desarrollaron los siguientes objetivos específicos:

1. Conocer y clasificar distintos sistemas de evaluación utilizados actualmente en el ámbito local e internacional.
2. Diseñar un sistema de evaluación formativa que favorezca el autoaprendizaje y el mejoramiento de las estrategias de enseñanza.
3. Identificar las competencias apropiadas a ser evaluadas por el sistema.
4. Construir un conjunto de preguntas básicas asociadas con las competencias a evaluar.
5. Establecer un esquema de clasificación para las preguntas del sistema de evaluación.
6. Implementar una aplicación para generar preguntas de manera ágil.
7. Alimentar el sistema con un número representativo de preguntas.
8. Establecer una estrategia para el diseño de cuestionarios, apoyándose en la plataforma de EAFIT Interactiva u otras herramientas.
9. Implementar una aplicación estadística para valorar los resultados del sistema evaluativo.
10. Realizar pruebas con el sistema evaluativo desarrollado.

## **1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS DEL PROYECTO**

Este proyecto está dividido en seis capítulos. El Capítulo 1, expone la motivación y objetivos del trabajo.

El Capítulo 2, posee la base teórica de todo el proyecto. Comienza con los aspectos básicos de los sistemas E-Learning y luego, presenta el estado del arte de las herramientas LMS (Learning Management System). El Capítulo 3, tiene la definición de la solución propuesta para la implementación del sistema de Evaluación. El Capítulo 4, desglosa en detalle la construcción del sistema generador automático de tareas y su utilización en la plataforma E-Learning (LMS) El Capítulo 5, entrega los resultados de las pruebas realizadas durante los años 2011 y 2012. El Capítulo 6, presenta las respectivas conclusiones del trabajo y las sugerencias para trabajos futuros y finalmente se encuentran las referencias bibliográficas que sirven como apoyo al trabajo.

# CAPÍTULO 2

## MARCO TEÓRICO

### 2.1. CONCEPTOS DE EVALUACIÓN Y COMPETENCIAS

Para la realización de un sistema de evaluación es necesario reconocer las diferencias entre los tipos de evaluación [1]. La evaluación diagnóstica busca conocer las condiciones y posibilidades iniciales de aprendizaje de los estudiantes. Se realiza al inicio del curso y constituye un instrumento para el docente por lo cual no es indispensable que los estudiantes conozcan los resultados. La evaluación formativa por su parte propone conocer si se están alcanzando los objetivos de la enseñanza e identificar caminos para mejorar el desempeño de los estudiantes. Se realiza en el transcurso del curso. Entre sus funciones está informar al estudiante de sus logros, por lo cual es importante que este conozca los resultados y las razones de los mismos. Autores como [2, 3], han profundizado sobre las implicaciones de la aplicación de este tipo de evaluación en los ambientes de clase y en la educación superior. La evaluación formativa puede ser autoevaluación o guiada por el docente. Finalmente existe la evaluación sumativa que tiene como fin medir y juzgar el aprendizaje para asignar calificaciones. El objetivo es explorar el alcance de los resultados por lo cual su calificación debe ser objetiva y justa.

El objetivo principal de la evaluación es evidenciar cual es el nivel de desarrollo de las competencias de los estudiantes en una temática particular y es una parte fundamental en la misión de mejorar los procesos educativos [4]. Para las competencias se encuentran diversas clasificaciones. Una de las más comunes propone los siguientes tres tipos [5]:

- **Propositivas:** Se debe proponer alternativas que se puedan aplicar en un contexto determinado.
- **Argumentativas:** Se debe explicar, dar razones y desarrollar ideas de forma coherente en el contexto de una disciplina evaluada.
- **Interpretativas:** Se debe encontrar el sentido de un texto, un problema, una gráfica, un plano de ingeniería, un diagrama de flujo, una ecuación, un circuito eléctrico, entre otros; y luego responder una pregunta al respecto.

Como parte fundamental de los sistemas de evaluación están los instrumentos de evaluación. Uno de los más utilizados son las pruebas escritas, para el desarrollo de estas se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

El primer paso en el desarrollo y construcción de pruebas es especificar claramente que se quiere que los estudiantes sepan y sean capaces de hacer, a lo que se llama "competencias". El segundo paso es entonces determinar el tipo de evidencia que se necesita para apoyar las afirmaciones sobre los distintos niveles de competencias. Sólo después de estos pasos se puede llevar a cabo la escritura de ítems, para los cuales, es preciso tener en cuenta los siguientes tres aspectos fundamentales [6].

### **2.1.1. Definición de tipos de conocimiento**

Basado en datos o textual: Definiciones de libros o de otros textos relacionadas a los conocimientos declarativos. Estos son por lo general las proposiciones en forma de relaciones entre dos o más elementos del conocimiento. Este es el nivel más simple del conocimiento.

Aplicado: Este es un nivel superior al anterior, donde se requiere que el estudiante aplique el conocimiento declarativo y/o de procedimiento en la solución de un problema. El problema debe plantearse en un contexto que sea diferente de aquel contexto que se conoció en un principio.

Conceptual: Este tipo de conocimiento debe apoyar en el estudiante el razonamiento cualitativo y la estructura sobre la organización de su conocimiento de algún contenido. Representa teorías emergentes (de experiencias de lectura y anteriores) para explicar por qué las cosas son como son.

### **2.1.2. Distribución tipos de ítem**

El objetivo en la construcción de un banco de ítems es tener una distribución equitativa de los tipos de ítem de acuerdo con el tipo de conocimiento que trabaja. Estas proporciones deben garantizar que exista un número suficiente de ítems basados en datos, aplicados y conceptuales.

El proceso de iniciar con la evaluación luego con el proceso de entrenamiento que incluye revisión de conceptos y practica con test y finalmente con una evaluación que permita obtener la evidencia del avance de los estudiantes en las competencias propuestas.

### 2.1.3. Distribución de temas

Debe existir dentro del banco de ítems una distribución equitativa de los temas del curso esto implica que se debe preguntar mediante los diversos tipos de ítem los diferentes temas del curso.

Para saber en qué temas un estudiante puede estar teniendo dificultades, se parte de la identificación de un patrón particular de las respuestas incorrectas del estudiante, esto es en qué tipos de pregunta o temas el estudiante tiene más dificultad, los ítems deben estar asociados directamente a su competencia, así el modelo puede tener información útil o de beneficio para los estudiantes y para los profesores.

## 2.2. SISTEMAS DE EVALUACION EN LINEA Y HERRAMIENTAS DE APOYO A LA ENSEÑANZA

La evaluación automatizada en el computador (E-assessment) [7] se utiliza en contextos como las certificaciones profesionales (ej. lenguaje JAVA) [8], pruebas de certificación de conocimientos generales (GRE) [9] y de idiomas (TOELF) [10], cursos en línea (Coursera Stanford) [11], entre otros. Estas evaluaciones pueden ser administradas por plataformas E-Learning, que son sistemas informáticos que posee módulos para la gestión de diferentes procesos administrativos y de seguimiento académico [12].

Un Learning Management System (LMS) o plataforma E-Learning [12, 13], (ver Figura 2.1), 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. Entre sus funciones básicas se encuentra la gestión de evaluaciones.



Figura 2.1. Plataformas de E-Learning.

Los Learning Content Management Systems (LCMS) por su parte son sistemas de

gestión de contenidos aprendizaje que permiten almacenar, crear, eliminar y publicar recursos.

La individualización de las pruebas, que consiste en poder asignar una prueba a cada estudiante, se ha trabajado desde los sistemas informáticos. Un ejemplo de ello es el formato de creación de preguntas calculadas del LMS Moodle [14], el cual permite incluir variables que toman valores diferentes cada vez que se presenta la prueba.

Los sistemas LMS o plataformas E-Learning generalmente incorporan las siguientes funciones:

- Funciones administrativas:

Dentro de las funciones administrativas de un sistema LMS están todas aquellas tareas que permiten gestionar los programas académicos, los cursos y los participantes del proceso, como profesores coordinadores y estudiantes. Los siguientes son algunos de los módulos administrativos de un LMS:

- Matricular Alumnos
- Configurar Cursos
- Registrar Profesores
- Asignar cursos a un alumno

- Funciones académicas

Se refieren a todos los elementos relacionados con los contenidos y la interacción de los estudiantes y docentes durante los cursos, esto incluye:

- Realizar Evaluaciones
- Informes de Progreso y Calificaciones
- Publicación de Contenidos y Actividades

Los LMS se pueden clasificar entre herramientas libres que pueden ser de código abierto o de código cerrado y herramientas privativas las cuales requieren un pago para adquirir la licencia de uso. Algunas de las más usadas son:

- Libres: como Moodle, Claroline [15], Dokeos [16], ILIAS [17], Chamilo [18], LRN, ATutor, LON-CAPA.
- Privativas: como , Desire2Learn [19], Blackboard [20], Skillfactory [21], Authorware, Delfos LMS

### 2.2.1. Descripción de algunas Herramientas Libres

Moodle [14] es un Ambiente Educativo Virtual para gestión de cursos, que ayuda a los educadores a crear comunidades de aprendizaje en línea. Fue creado por Martin Dougiamas, quien fue administrador del LMS predecesor de Moodle llamado WebCT en la Universidad Tecnológica de Curtin [22]. Basó su diseño en las ideas del constructivismo en pedagogía, que afirman que el conocimiento se construye en la mente del estudiante en lugar de ser transmitido sin cambios a partir de libros o enseñanzas, y en el aprendizaje colaborativo.

Moodle posee un módulo de Tareas en el cual los estudiantes pueden subir sus tareas de acuerdo a las configuraciones que determine el docente, un módulo de cuestionario el cual permite a los profesores la creación y configuración de talleres, este módulo permite definir bases de datos de preguntas que pueden ser reutilizadas en diferentes cuestionarios que se califican automáticamente, y pueden ser recalificados si se modifican las preguntas. Permite configurar opciones como: tiempo de las pruebas, numero de intentos, mezclar las opciones de respuesta etc. Finalmente Moodle posee un módulo de recursos que permite la publicación de contenido digital en formatos como Word, Power Point, Flash, y diversos formatos de vídeo y sonido. Estos recursos se manejan a través de repositorios de contenidos. La figura 2.2, presenta el demo de una interfaz de un curso en Moodle [23].

The screenshot shows the Moodle 2.4.1 demo interface for Mount Orange School. At the top, there is a navigation bar with links: "About this site", "Choose a role", and "Give us feedback". The main heading is "Mount Orange School (Moodle 2.4.1 demo)". On the right side, there is a user status bar indicating "Usted no se ha identificado. (Entrar)" and a language dropdown menu set to "Español - internacional (es)". Below the heading, there is a "Welcome!" section with the text "This is not a real school. But you're very welcome to take a tour!" and a link "Find out more about Mt Orange Moodle School here." A photograph of four students (three boys and one girl) sitting around a table is displayed. Below the photo, the source is cited as "(Image source: Shane Wenzlick/ http://www.phototek.co.nz)". On the right sidebar, there is a "Useful links" section with links for "School contact details", "Useful documents for staff and students", and "'School Voice' community forum". Below that is a "Categorías" section with a list of subjects: "Our Community", "Arts", "Languages", "Health & Physical Education", "Mathematics", "Science", "Society & Environment", "Technology & ICT", and "Junior School".

Figura 2.2. Demo de Interfaz de curso en Moodle

Dokeos [16], es un entorno de E-Learning y una aplicación de administración de contenidos de cursos y también una herramienta de colaboración. Es software libre y está bajo la licencia GNU GPL, cuyo desarrollo es internacional y colaborativo.

Está certificado por la ISO (International Organization for Standardization) [24]. Posee herramientas como lecciones SCORM [25], cuestionarios con ejercicios de opción múltiple, llenado de espacios en blanco, apareamientos, preguntas abiertas, distribución de contenidos, proceso de entrenamiento, chat en texto, audio y video, administración de pruebas y guardado de registros. La figura 2.3, presenta algunas de las interfaces de la plataforma Dokeos.



Figura 2.3. Interfaces de Dokeos [16].

Finalmente el LMS Chamilo [18], (ver figura 2.4) creado bajo un modelo de software libre, con licencia GNU/GPLv3, producto del desarrollo del LMS Dokeos y Beeznest [26] su propósito es proveer un campus virtual con todas las características tales como evaluaciones en línea y talleres en línea, lecciones clase, para esto implementa algunas versiones de estándares propuestos por IMS como SCORM y QTI1 y QTI12 [27]. Entre las características más importantes se encuentran:

- Gestión de cursos, usuarios y ciclos
- Compatibilidad con SCORM 1.2 y herramientas de autoría rápida
- Modo multi-instituciones (con portal de gestión centralizado)
- Exámenes controlados por tiempo diversos tipos de preguntas
- Generación automática de certificados
- Seguimiento del progreso de los usuarios
- Red social incorporada que facilita la comunicación de los usuarios

Chamilo  
E-Learning & Collaboration Software

379

Página principal

Español

Nombre de usuario

Contraseña

Entrar

Registro

¿Ha olvidado su contraseña?

Aviso

Necesitas soporte técnico?  
Ver la lista de proveedores

Me gusta Chamilo

Proveedores oficiales

BeezNest CONTIDOS DIGITAIS E-Learning Service Agentur elsa24.de NasolaRed OSC

Este campus virtual ([campus.chamilo.org](http://campus.chamilo.org)) es de ingreso libre y gratuito. Se mantiene en línea gracias al auspicio de la empresa BeezNest (proveedora oficial y líder del desarrollo de Chamilo LMS) y gracias al respaldo de la asociación sin fines de Lucro "Chamilo" (Quien protege la marca y la filosofía del Software Libre Chamilo)

100 Website Reputation  
campus.chamilo.org

Figura 2.4. Página principal interfaz de Chamilo

### 2.3. ESTADO DEL ARTE

La evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje es un sistema complejo [28, 29]. Una de sus facetas más conocida y de mayor trascendencia es la evaluación de los logros del aprendizaje (evaluación sumativa) con exámenes diseñados para ser tomados por los estudiantes al final del proceso de formación y certificar, en el sistema educativo, la aprobación del curso y en consecuencia un paso a una fase posterior del proceso (otro curso, otro módulo, otro nivel de formación).

Los exámenes vistos de esta forma son elaborados por los docentes, quienes los deben diseñar como una parte del proceso de enseñanza que esté alineado con otros elementos del currículo: objetivos, actividades, metodología, evaluación [6]. Desde la perspectiva del docente, los objetivos se formulan primero y la evaluación se desarrolla al final. En la práctica, para evitar favorecer la memorización y algunas otros comportamientos de aprendizaje de nivel inferior, la evaluación se diseña en un tiempo posterior a aquel en que se definen los objetivos del curso y, como se ha dicho, se realiza al final del proceso de forma que no hay tiempo para retroalimentar o corregir un proceso de aprendizaje deficiente. Usualmente las actividades no se modifican teniendo en cuenta la información que arrojan las evaluaciones.

Sin embargo, desde la perspectiva del estudiante, la evaluación es el punto de partida del proceso. El estudiante trata de predecir cómo se evaluará el curso para orientar sus actividades de aprendizaje de forma que pueda responder a las evaluaciones correctamente. Es decir la alineación del currículo se da en forma inversa en el estudiante: evaluación, actividades, metodología, objetivos. Para el estudiante es muy importante conocer lo que se espera que sea capaz de realizar al final del proceso, pero si lo conoce en detalle podría perder motivación y simplemente prepararse para responder al examen.

Actualmente las universidades atienden todos los aspectos relacionados con la evaluación, los cuales han ido creciendo tanto en la cantidad de estudiantes como en la manera de evaluar. Como parte de este proceso es necesario implementar, desde las actividades básicas de la docencia, estrategias que permitan generar indicadores de calidad en la formación y el aprendizaje. A partir de estas premisas es necesario reconocer los principales aportes pedagógicos a modelos de evaluación, la implementación de buenas prácticas en uso de Tecnologías de la información y Comunicación (TICs) orientadas a mejorar aprendizajes y los sistemas de prueba internacional que validan y certifican el logro de competencias

disciplinares.

Las plataformas E-Learning permiten la interacción de los usuarios con los contenidos en Internet. Plataformas como Moodle, Dokeos, Blackboard, Chamilo [14, 16, 18, 20], entre otras, han transformado las prácticas educativas dinamizando los procesos de enseñanza-aprendizaje y apoyando esquemas de educación a distancia, semi-presencial y presencial. Los módulos de evaluación de las plataformas E-Learning se implementan formatos estándar que permiten la interoperabilidad de las evaluaciones en diferentes plataformas, como QT12 [27], definido por IMS [30] o formatos propios de las plataformas, por ejemplo XmlMoodle [31] del LMS Moodle. Actualmente, se hacen grandes esfuerzos para implementar estos sistemas en esquemas basados en la web mediante tecnologías como el Cloud Computing [32].

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 permitió la interacción de los usuarios con los contenidos en Internet. Las plataformas E-Learning han transformado las prácticas educativas dinamizando la enseñanza y el aprendizaje y apoyando esquemas de educación a distancia, semi-presencia y presencial.

En Chile, la plataforma Galileo [33] propone esquemas sofisticados de gestión del proceso de aprendizaje de los estudiantes brindándoles escenarios de interacción amigables que proporcionan a estudiantes y docentes información estadística de utilidad para los procesos formativos.

En Estado Unidos la Universidad de Purdue, en el proyecto de Nano Hub [34], ha creado una red internacional basado en el uso de tecnologías de Cloud Computing [35] que actualmente es usada por diversas instituciones en Estados Unidos y Latino América. Nano Hub pretende generar una gran red de conocimiento y ha permitido que regiones con muchas limitaciones en cuanto al acceso a la tecnología puedan estar a la vanguardia del uso TICs en la educación.

En Colombia, la Universidad EAFIT como parte de la transición del proceso educativo hacia el aprendizaje y la virtualidad ha desarrollado la plataforma EAFIT Interactiva [36].

EAFIT Interactiva surge a partir de una iniciativa institucional encaminada a apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de herramientas

informáticas y de telecomunicación. El proyecto inicia en el año 2001 con la firma de un convenio de cooperación institucional entre las Universidades Autónoma de Barcelona y EAFIT en el cual la UAB transfiere a EAFIT la plataforma “Autónoma Interactiva”.

El término que define el campus interactivo de EAFIT es Campus Bimodal. La bimodalidad entiende la educación presencial y la educación a distancia no como extremos irreconciliables, sino como puntos de un continuo. Entre los extremos de presencialidad total y de distancia total existen infinidad de dispositivos pedagógicos posibles que capitalizan las ventajas educativas de las nuevas tecnologías, integrándolas en el quehacer docente de carácter presencial. Como resultado, el campus bimodal permite disminuir el número de horas de estudiantes y profesor en el aula de clases.

En la plataforma se apoya la estrategia pedagógica centrada en el estudiante. EAFIT Interactiva tiene entre sus objetivos apoyar los procesos de enseñanza aprendizaje, poniendo a disposición de los estudiantes y profesores una serie de herramientas como: foros, correo, recepción de trabajos y exámenes en línea. El instrumento de exámenes en línea le permite al profesor crear un banco de preguntas y clasificarlo por contenidos. Las preguntas pueden ser de selección múltiple, falso o verdadero, respuesta numérica, apareamiento y tipo completar. Además, se pueden diseñar bancos de preguntas con orden de aleatorio y no aleatorio.

El módulo de exámenes en línea de EAFIT Interactiva ha sido utilizado de manera satisfactoria por muchos docentes. Sin embargo, el instrumento puede mejorar en aspectos como: permitir una clasificación más exhaustiva de las preguntas y la construcción de otros tipos de preguntas. Además, es apropiado disponer de herramientas estadísticas para retroalimentar la evaluación y el proceso de enseñanza. También es importante disponer de ayudas para los estudiantes cuando realizan autoevaluaciones, permitiendo mayor trazabilidad.

## CAPÍTULO 3

### DESARROLLO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN A PARTIR DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA DE GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE TAREAS Y UN LMS PARA LA INTERACCIÓN DE LOS USUARIOS.

La Asignatura Estática hace parte básica en la formación de los ingenieros y está incluida en el currículo de la mayoría de los programas de ingeniería [37]. 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 3.1. El objetivo final de la materia es analizar las condiciones de equilibrio de un sistema estructural aplicando los conceptos físicos de la mecánica, asumiendo que los cuerpos son rígidos. Para evaluar el logro de este objetivo se requiere evidenciar que dado un sistema mecánico se sabe identificar las fuerzas externas y determinar la relación que existe entre ellas. [38, 39, 40, 41].

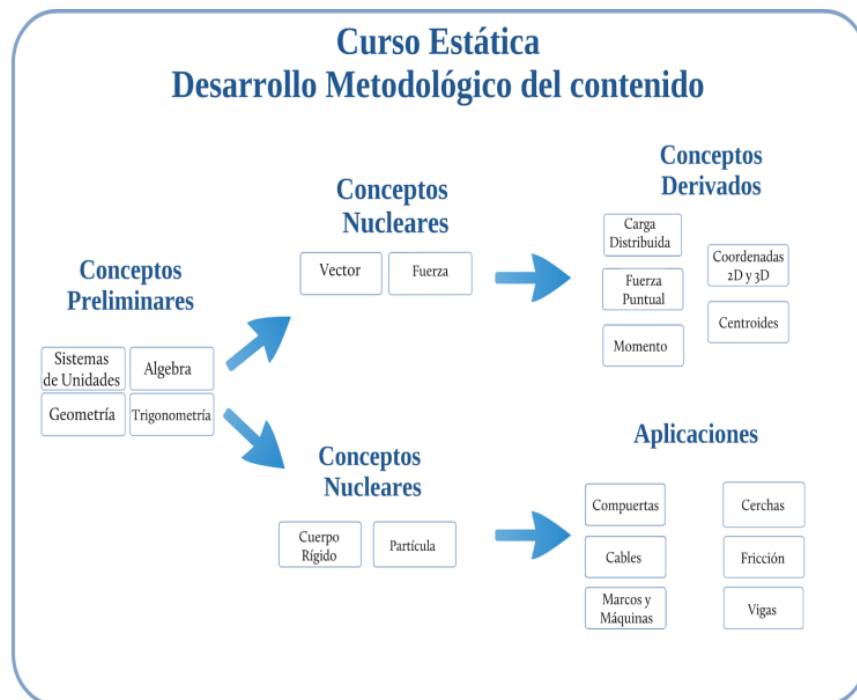


Figura 3.1. Contenidos del curso de Estática.

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 [42]; - darle más relevancia a los conceptos aplicados a problemas reales del entorno de los estudiantes [43]; Introducir herramientas en plataformas de interfaz gráfica (GUI) para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje [44].

### **3.1. ESTRUCTURACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN**

#### **3.1.1. Módulo de entrenamiento**

Este módulo presenta una serie de pruebas tanto de conceptos teóricos como ejercicios prácticos, donde el usuario podrá elegir el tema a trabajar, realizar ejercicios y revisar contenidos. Este módulo usa una base de datos de ejercicios de prueba y está conectado con el módulo de resultados en donde se reporta cómo ha sido el progreso del usuario en los diferentes temas del curso. Cada taller disponible en este módulo, cuentan con una distribución de ítems que abarca todos los niveles de dificultad y los conceptos que debe manejar el estudiante de cada tema, de esta manera se puede obtener la evidencia necesaria para evaluar el nivel en el cual se encuentra el estudiante en dicho tema, como se planteó en el capítulo 2.

#### **3.1.2. Módulo de evaluación**

Este módulo está vinculado a una base de datos que apoya el proceso de generación automática de preguntas. La base de datos es de uso exclusivo de este módulo y posee una interfaz para el docente, en la cual se puede parametrizar la prueba en diferentes aspectos como tiempo, cantidad de preguntas, temas, y grado de dificultad; toda esta información se utiliza internamente para seleccionar las preguntas y el sistema realiza la conexión al LMS para habilitar la prueba para los estudiantes.

### 3.1.3. Módulo de resultados

Este módulo contiene los resultados de los talleres de entrenamiento y de las evaluaciones del curso como quices y parciales, cuenta con una base de datos que puede ser consultada a través de una interfaz para los estudiantes y docentes. Ver figura 3.2.

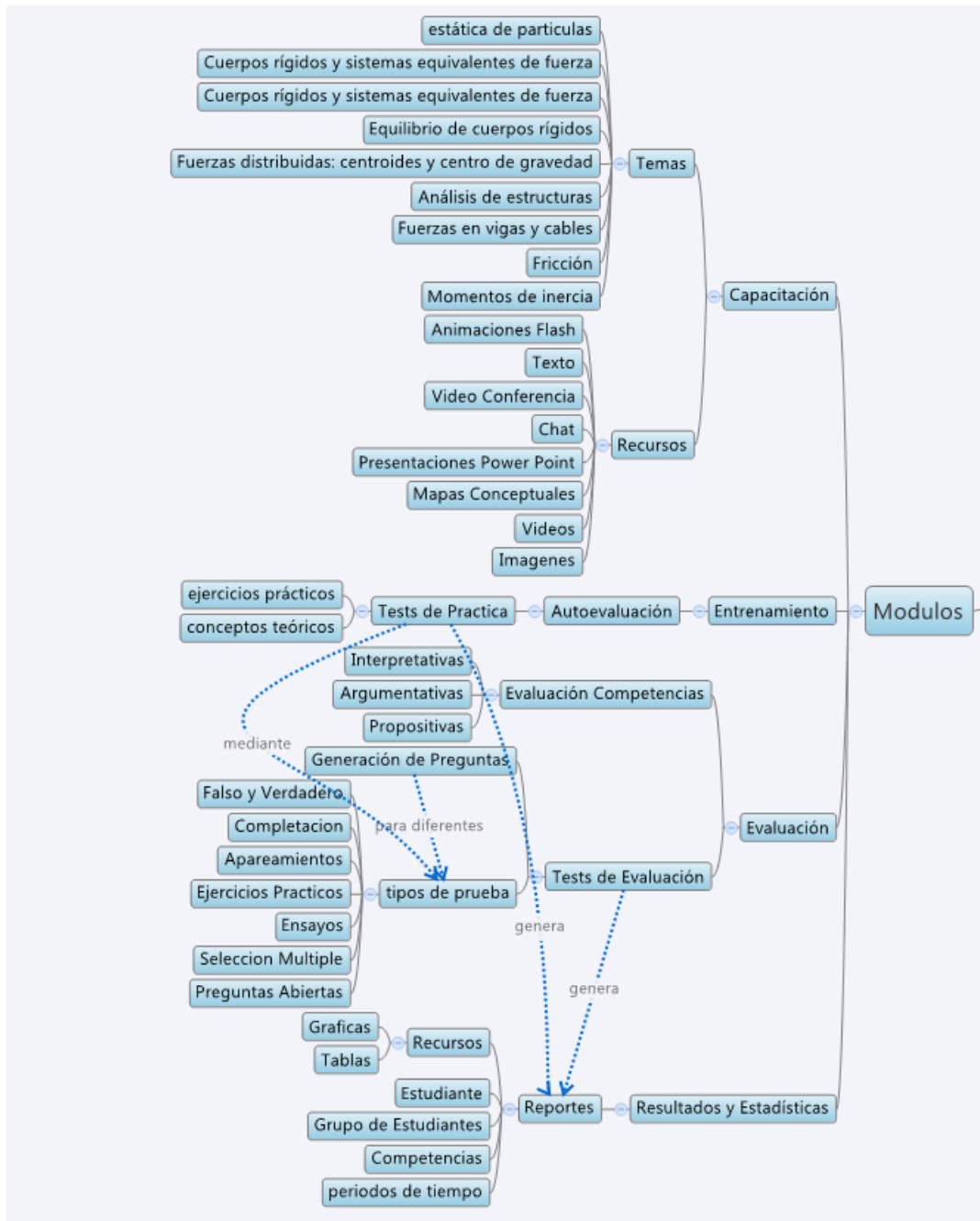


Figura 3.2. Diseño de componentes del sistema de Evaluación

La evaluación del curso posee una selección y clasificación de competencias a evaluar, debe existir entonces un enlace de dichas competencias con el proceso de estructuración del sistema de evaluación; para medir los niveles hasta los cuales los estudiantes han logrado las competencias se debe tener niveles de dificultad asociados a cada competencia.

Los niveles de dificultad tienen correspondencia con los tipos de concepto descrito en el capítulo 2, así, en un nivel de dificultad básico se clasifican preguntas que evalúan las competencias que requieren solamente cálculos básicos y manejo de conceptos elementales. En un nivel de dificultad intermedio, se encuentran preguntas que evalúan dichos conceptos en diversos contextos de aplicación. Finalmente, en un alto nivel de dificultad, problemas que requieren el planteamiento y análisis de las alternativas para la solución del problema.

Luego del planteamiento de los requerimientos del sistema de evaluación se realizó un análisis de herramientas existentes como sistemas de pruebas en línea y módulos de presentación de exámenes incluidos en diferentes LMS.

Basado en los resultados de la revisión hecha en la definición del estado del arte de los diferentes sistemas tecnológicos usados en el mundo para apoyar procesos de evaluación, se realizaron pruebas con varios de ellos para obtener resultados en términos de rendimiento, funcionalidad y pertinencia con las necesidades del proyecto. En la Tabla 1, se encuentra la valoración realizada de las plataformas usadas.

La solución planteada para el problema consiste en proponer ejercicios dinámicos a los estudiantes a través del sistema de evaluación, esto implica desarrollar un sistema de evaluación compuesto de dos partes. La primera es la adaptación de un LMS existente como plataforma para la interacción de los estudiantes con las pruebas y la segunda un generador de evaluaciones dinámicas a través de un sistema desarrollado específicamente para la asignatura de Estática denominado el generador de tareas dinámicas.

Característica \ Plataforma	Dokeos	Chamilo	Moodle
Estabilidad con una carga usuarios representativa (más de 3000 conexiones)	NO	SI	SI
Soporte de formatos estándar para carga de preguntas (QT11, QT12, Hot Potatoes)	PARCIALMENTE	PARCIALMENTE	NO
Soporte de formatos propios de carga de preguntas de diferentes tipos (selección múltiple, falso y verdadero, matching)	PARCIALMENTE	PARCIALMENTE	SI
Herramientas de apoyo a estudiantes y profesores (gestión de material multimedia, gestión de usuarios)	SI	SI	SI
Soporte por parte de los proveedores y comunidad en línea (Actualización y desarrollo de versiones, foros y material de ayuda)	SI	SI	SI
Soporte a la presentación de exámenes (calificación y generación de resultados automáticamente)	SI	SI	SI

Tabla 1. Valoración de las plataformas.

### 3.2. Evaluación a través de ejercicios dinámicos

Para mejorar los procesos de evaluación de los estudiantes en la asignatura, se propone el uso de ejercicios dinámicos [45], 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. Los parámetros variables en un ejercicio pueden ser:

- La forma de la figura (en caso de tener figuras)
- Los datos de cálculo para el problema
- Las opciones de respuesta

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

Este tipo de pruebas se implementan por medio de un sistema de generación automática de ejercicios que se especifica en el próximo capítulo. Este sistema permite a partir de algoritmos plantear una situación concreta de un tema a cada estudiante con variaciones en los parámetros. Previo a la generación de las tareas de manera dinámica es necesario realizar una generalización de la tarea la cual se ha realizado para cada una de las temáticas del curso.

### 3.2.1. 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 3.3.

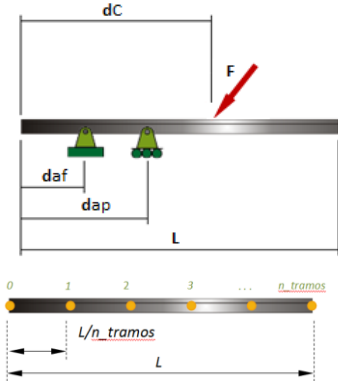
Objetivo de aprendizaje				
Determinación de las condiciones de equilibrio de una viga apoyada y sometida a una carga puntual.				
Enunciado general				
La siguiente viga se encuentra soportada por un apoyo fijo de pasador y un apoyo tipo patín y recibe una carga puntual como se muestra en la figura.				
Información adicional				
		<p>La posición del apoyo fijo, <b>Pos_af</b>, debe ser diferente de la posición de la carga puntual, <b>Pos_C</b>.</p> <p>La posición del apoyo patín, <b>Pos_ap</b>, debe ser diferente de la posición del apoyo fijo, <b>Pos_af</b>, y de la posición de la carga puntual, <b>Pos_C</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>dC = iC * \frac{L}{n\_tramos}</math></li> <li>• <math>daf = iRaf * \frac{L}{n\_tramos}</math></li> <li>• <math>dap = iRap * \frac{L}{n\_tramos}</math></li> </ul>		
Elementos variables en el enunciado.		Rangos de variación		
		Min	Max	Incremento
<b>F</b>		- 200	-10	1
<b>L</b>		10	60	1
<b>n_tramos</b>		4	7	1
<b>Pos_C</b> , posición de la carga puntual		0	n_tramos	1
<b>Pos_af</b> , posición del apoyo fijo		0	n_tramos	1
<b>Pos_ap</b> , posición del apoyo patín		0	n_tramos	1
<b>Ang_F</b>		15	165	5
Sistema de unidades		$Si F > -105 \begin{cases} \text{Unidad de fuerza, } N \\ \text{Unidad de longitud, } m \end{cases}$ $Si F \leq -105 \begin{cases} \text{Unidad de fuerza, } lb \\ \text{Unidad de longitud, } ft \end{cases}$		
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 3.3. Enunciado general de la tarea con la definición de variables.

La figura 3.4, muestra la configuración de opciones de respuestas que se propone en un ejercicio.

Tarea 1 ("Diagrama de cuerpo libre")	
El diagrama de cuerpo libre de la viga.	
Clave y opciones	
<p>Clave (Opción Correcta): Se incluye la carga externa y los apoyos se reemplazan por reacciones verticales (puede incluirse una reacción horizontal en el apoyo fijo).</p>	
<p>Opción incorrecta 1: Se incluye la carga externa y los apoyos se reemplazan por reacciones horizontales y verticales (no es correcto incluir la reacción horizontal en el apoyo patín).</p>	
<p>Opción incorrecta 2: Se incluye la carga externa y los apoyos se reemplazan por reacciones horizontales y verticales y de momento (no es correcto incluir la reacción horizontal en el apoyo patín ni incluir momentos en los apoyos).</p>	
<p>Opción incorrecta 4: Se incluye la carga externa y los apoyos se reemplazan por reacciones verticales más un momento en el apoyo fijo (no es correcto incluir el momento en el apoyo fijo).</p>	

Figura 3.4. Formato de opciones erróneas de respuesta basadas en errores típicos conceptuales del estudiante

En este formato de pregunta, se deben proponer varias opciones de respuesta, una correcta, la clave, y las demás opciones incorrectas; basadas en errores típicos del estudiante que permiten identificar conceptos que deben ser reforzados. En la figura 3.4, se ilustra también cómo se realiza la construcción de las opciones de respuesta.

# CAPÍTULO 4

## IMPLEMENTACION DEL GENERADOR DE TAREAS PARA LA ASIGNATURA DE ESTATICA INTEGRADO A PLATAFORMA E-LEARNING

### 4.1. 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 4.1.

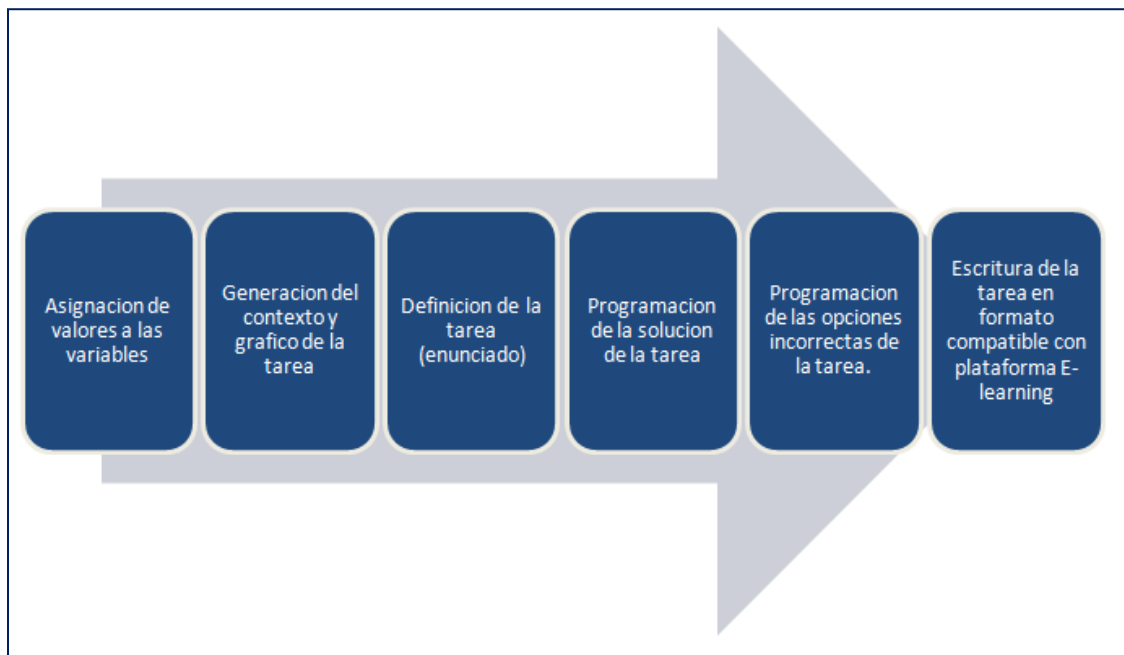


Figura 4.1. Flujo del Proceso de construcción de una tarea a partir del formato definido

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 selección múltiple 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.

A la fecha Se ha desarrollado e implementado en lenguaje de programación Java de más de 200 modelos de problemas con aproximadamente 5 variantes de preguntas en todas las unidades del curso, la mayoría de estos modelos también generan graficas en JAVA que ilustran específicamente la situación planteada en los ejercicios por el generador (cada uno de estos modelos genera un significativo número de preguntas al ser totalmente dinámicos en sus parámetros).

#### **4.1.1. Tareas a nivel de desarrollo e implementación en software**

Para tomar la decisión sobre los requerimientos de hardware y software se realizó un análisis sobre la selección del servicio de alojamiento de las aplicaciones y la evaluación sobre la capacidad de la plataforma en términos de concurrencia, estabilidad y seguridad. Una vez seleccionados los servicios y proveedores se procedió con el montaje del sistema operativo, sistema de bases de datos. Instalación y configuración del servidor de aplicaciones, todas estas herramientas por viabilidad económica del proyecto fueron seleccionadas pensando en un esquema de software libre

A nivel de infraestructura tecnológica se definió un esquema de trabajo que incluye un servidor en el servicio de nube de EC2 (Elastic Cloud Computing) de Amazon [32]. En el cual se tienen en servicio el LMS Chamilo y la aplicación Java del generador de ejercicios con todos los modelos de ejercicio de la asignatura.

Para la interacción de los docentes y los estudiantes con el sistema se diseñaron dos interfaces. La interfaz de docentes provee la posibilidad de configurar la prueba en términos de nivel de dificultad, temas, número de preguntas y valor de cada pregunta. Y la interfaz de estudiantes está habilitada para que los estudiantes seleccionen un capítulo y un tema del curso y puedan lanzar una prueba calculada y generada instantáneamente para ser resuelta, ambas interfaces están conectadas con los más de 200 programas desarrollados para los temas del curso. Ver Figuras 4.2. y 4.3.

Generador de Exámenes de Estática

Archivo Ver ?

### Generador de Exámenes de Estática

Selección de Capítulo

Vectores

Selección de Temas

Suma, Resta y Producto de Vectores  
 Suma vectores colineales  
 Vectores: Ley del Seno  
 Vectores: Ley del Coseno(1)  
**Vectores: Ley del Coseno(2)**  
 Conceptos Trigonometria 1  
 Conceptos Trigonometria 2  
 Conceptos Trigonometria 3

N de Preguntas: 100

Formato de Archivo de Salida

xls

Acciones

Agregar Selección

N de Exámenes: 30

Generar Examen

Estado Actual del Examen

N Preguntas	Nivel	Tema	Valor
100	basico	Suma, Resta y Producto de Vect...	25
100	basico	Suma vectores colineales	25
100	basico	Vectores: Ley del Seno	25
100	basico	Vectores: Ley del Coseno(1)	25

Total Preguntas	Valor Total
400	100

Figura 4.2. Prototipo funcional del generador de exámenes para docentes.

### Generador de Ejercicios.

En esta aplicación podrá generar ejercicios de manera automática. Cada vez que genere un ejercicio, este tendrá valores y situaciones diferentes.

Pasos para generar un Ejercicio:

1. Elegir un capítulo.
2. Elegir un tema.
3. Pulsar el botón generar ejercicio.  
(El sistema le indica si el ejercicio solicitado fue generado)

1. Seleccionar capítulo:

2. Seleccionar el tema:

3. Pulse el botón:

Figura 4.3. Interfaz funcional del generador de exámenes para estudiantes.

La salida del programa es un archivo escritura en formato compatible con la plataforma E-Learning: La mayoría de estas plataformas son compatibles con formatos estándar de preguntas QTI1, QTI2, GIFT AIKEN, XmlMoodle; ver Figura 4.4 y 4.5.

```

<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 4.4. Formato QTI2 para las tareas generadas

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<quiz>
<question type="multichoice">
<name>
<text>
Selección Múltiple
</text>
</name>
<questiontext format="html">
<text>
Cuando  $\theta = 0$  grados, el resorte BC no se encuentra estirado y la palanca angular logra su posición de equilibrio cuando  $\theta = 17.0$  grados. El resorte BC permanece en posición horizontal en todo momento debido al rodillo en C. Si  $K = 2.0$  N/mm,  $m = 300.0$  mm, y  $n = 400.0$  mm.
Determinar: <br>
<br>1. La fuerza F aplicada en forma perpendicular al segmento AD:
</text>
</questiontext>
<answer fraction="100" format="html">
<text>
99.0 N
</text>
</answer>
<answer fraction="0" format="html">
<text>
91.0 N
</text>
</answer>
<answer fraction="0" format="html">
<text>
60.0 N
</text>
</answer>
<answer fraction="0" format="html">
<text>
75.0 N
</text>
</answer>
</question>
</quiz>

```

Figura 4.5. Formato XMLMoodle para las tareas generadas

## 4.2. PLATAFORMAS E-LEARNING E INTERFACES DE USUARIO PARA EL USO DE TAREAS

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 QT2, definidos por IMS [46] o formatos propios de las plataformas por ejemplo: XmiMoodle del LMS Moodle.

En el caso particular de esta experiencia, se usa la plataforma Chamilo [18], ver figura 4.6, que es una plataforma web Open Source que con algunas modificaciones en el manejo de bancos de preguntas, permite el correcto funcionamiento de las tareas generadas automáticamente.

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

Sistema de Entrenamiento y Evaluación- Eafit  
Sat Jun 9 17:59:21 2012

Vista de estudiante

Página principal Mis cursos Mi agenda Informes Red social Salir (admin)

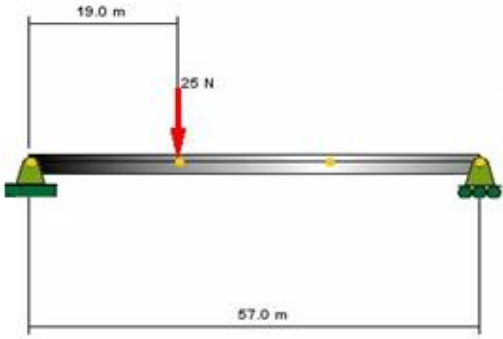
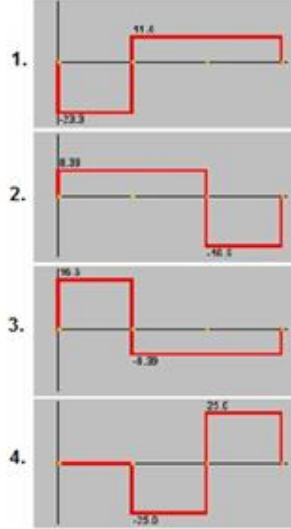
Estática Ejercicios

Flujos de Fuerzas en elementos Vigas.

**00 : 19 : 23**

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.

Determine cuál es el diagrama de cortante correcto.

1.  
 2.  
 3.  
 4.

Validar respuesta(s)

Figura 4.6. Ejemplo de un ejercicio generado a partir de la tarea general.

El sistema desarrollado permite a los estudiantes practicar los conceptos del curso a través de la solución de problemas propuestos por el sistema y que están clasificados en varios niveles de dificultad. Durante el proceso de diseño del sistema, se modelaron problemas de cada tema del curso, usando algoritmos capaces de generar diferentes versiones de dichos problemas y para que luego, mediante el uso de una plataforma de E-Learning, los estudiantes pudieran interactuar con las preguntas que son presentadas en forma de talleres. Los docentes también pueden utilizar dicho sistema para evaluar los resultados de los estudiantes y hacer seguimiento de todas las interacciones ocurridas en el sistema.

- Sobre la base de la plataforma Chamilo, se implementó un esquema en el cual se puede programar una prueba a los estudiantes y ajustar características como (ver figura 4.7):
  - ✓ Control del tiempo de la prueba.
  - ✓ Configuración de la visualización de la prueba.
  - ✓ Retroalimentación de resultados al finalizar la prueba.
  - ✓ Controles sobre el número de intentos permitidos para la prueba.
  - ✓ Vinculación de contenidos multimedia en las pruebas.
  
- A nivel de autoestudio, la plataforma cuenta con un esquema de lecciones que propone a los estudiantes un proceso en el cual pueden revisar un contenido y a continuación hacer pequeños simulacros de examen. La Plataforma registra el progreso del estudiante en las lecciones y este puede acceder a diferentes lecciones en el momento que lo desee. Las lecciones están implementadas bajo un estándar llamado SCORM, que es soportado por la mayoría de plataformas de E-Learning existentes (Ver figura 4.8).

Sistema de Entrenamiento y Evaluación- Eafit  
Fri Jan 20 20:43:25 2012

Vista de profesor

Página principal Mis cursos Mi agenda Informes Red social Administración de la plataforma Salir (admin)

Estática Ejercicios Estructuras Articuladas (Marcos y Máquinas)

### Estructuras Articuladas (Marcos y Máquinas)

00 : 29 : 22

Pregunta 1 : La estructura articulada (marco) esta sostenida mediante una articulacion de pasador E y una articulacion de pasador F, en el punto B se una fuerza P de magnitud 1230.0 Lb. La barra AE tiene una ranura en el punto C. Para que la estructura este en equilibrio, Determinar:

Dimensiones en pies

3. La magnitud de la reaccion en el pasador A es:


1372.81 Lb  
 1537.08 Lb  
 1648.47 Lb  
 1421.53 Lb


Validar respuesta(s)

Fri Jan 20 20:43:25 2012 Responsable : Zapata, Felipe  
Plataforma Chamilo 1.8.8.4© 2012

Figura 4.7. Visualización de una pregunta en la plataforma *Chamilo*

🏠 **Página de inicio del curso**







80%

**00. Conceptos Fundamentales (Conversión de Unidades)**

- Conversión Longitud SI ✓
- Conversión Longitudes ASA ✓
- Taller 1. Conversión de Longitudes en el Mismo Sistema ✓
- Conversion Longitudes entre Sistemas ✓
- Taller 2. Conversión de Longitudes entre Sistemas ✓
- Conversión Areas SI ✓
- Conversión Areas ASA ✓
- Taller 3. Conversión de Area En El Mismo Sistema
- Conversión Areas entre sistemas ✓
- Taller 4. Conversión de Area Entre Sistemas

### Taller 1. Conversión de Longitudes en el Mismo Sistema

Iniciar la prueba

Attempt	Fecha	Puntuación	Detalles
1	Diciembre 21, 2011 a las 07:05 PM	0% (0 / 5)	

Figura 4.8. Interfaz de lecciones en la Plataforma *Chamilo*

# CAPÍTULO 5

## EXPERIENCIAS CON ESTUDIANTES 2011 Y 2012

### 5.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE PRUEBAS DEL SISTEMA EN VERSIÓN PRELIMINAR DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2011

Durante el proceso de desarrollo del proyecto se han recopilado datos sobre el uso del sistema de evaluación para la asignatura de Estática por parte de los estudiantes.

Como resultado del uso del sistema durante el segundo semestre 2011 por los estudiantes del grupo 071 de la asignatura de Estática, se pueden identificar algunas tendencias que más adelante serán el material de soporte para las conclusiones de la investigación.

- Aumento de la motivación de los estudiantes para realizar actividades de preparación para los exámenes mediante el uso de la sección de auto-entrenamiento de la plataforma.
- Mayor inversión de tiempo por parte de los estudiantes a las actividades referentes al curso.
- Incremento en la cantidad y calidad del material de estudio para los estudiantes.
- Progreso en términos de los resultados de quices y exámenes parciales respecto a grupos de semestres anteriores y del mismo semestre de la realización de la prueba.
- Ahorro de tiempo por parte del docente en la creación de talleres, exámenes y ahorro en el tiempo de calificación de dichas pruebas.
- Mayor organización en el material de curso como documentos, preguntas, imágenes para talleres quices y exámenes.

Las siguientes gráficas, muestran algunos de los ítems descritos anteriormente.

En la figura 5.1, se muestra el uso del sistema de evaluación por los estudiantes en los días previos a la presentación del examen final de la materia, el gráfico tiene una tendencia creciente en el número de ejercicios resueltos a medida que se acerca la fecha del examen (los datos de soporte de esta información se encuentran en el **anexo 1**)

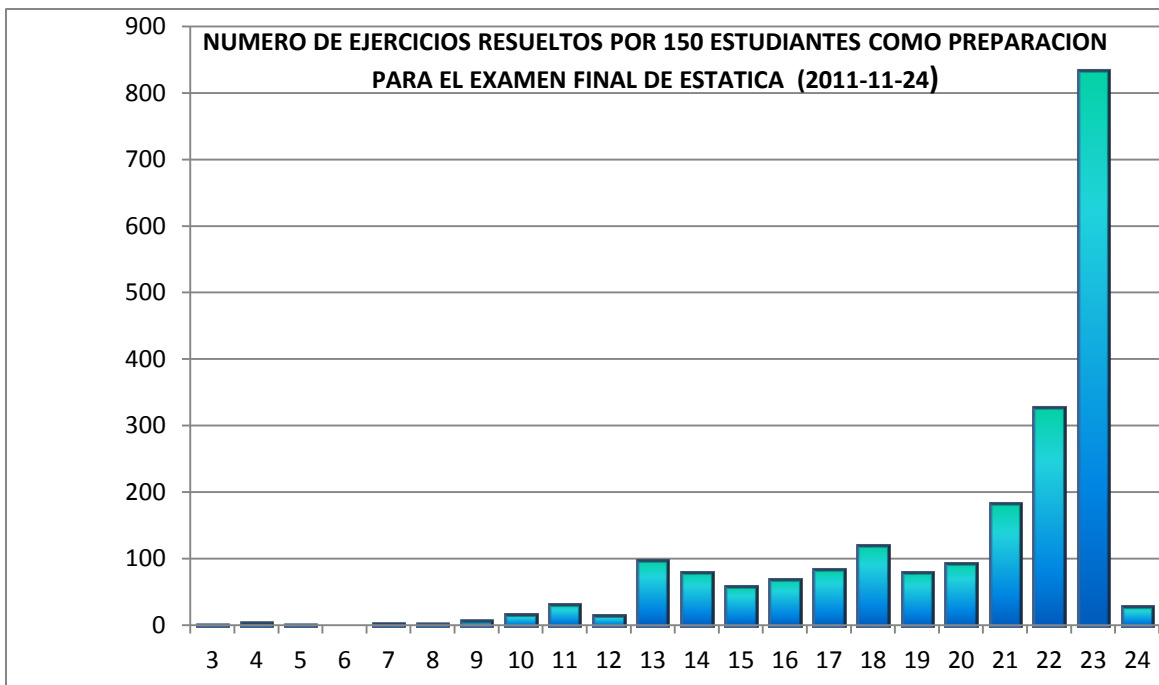


Figura 5.1. Numero de ejercicios resueltos por 150 estudiantes como preparación para el examen final de estática (2011-11-24).

En la figura 5.2, se presentan los resultados en porcentaje de un grupo de estudiantes en la prueba preliminar que se realizó la primera semana de clase en el semestre 2 de 2011.

En la figura 5.3, se presentan los porcentajes de efectividad del grupo en cada ítem de la prueba preliminar, esta información es de utilidad, entre otras cosas, para determinar los niveles de dificultad que presenta cada ítem en la prueba y su posible ajuste para futuras pruebas.

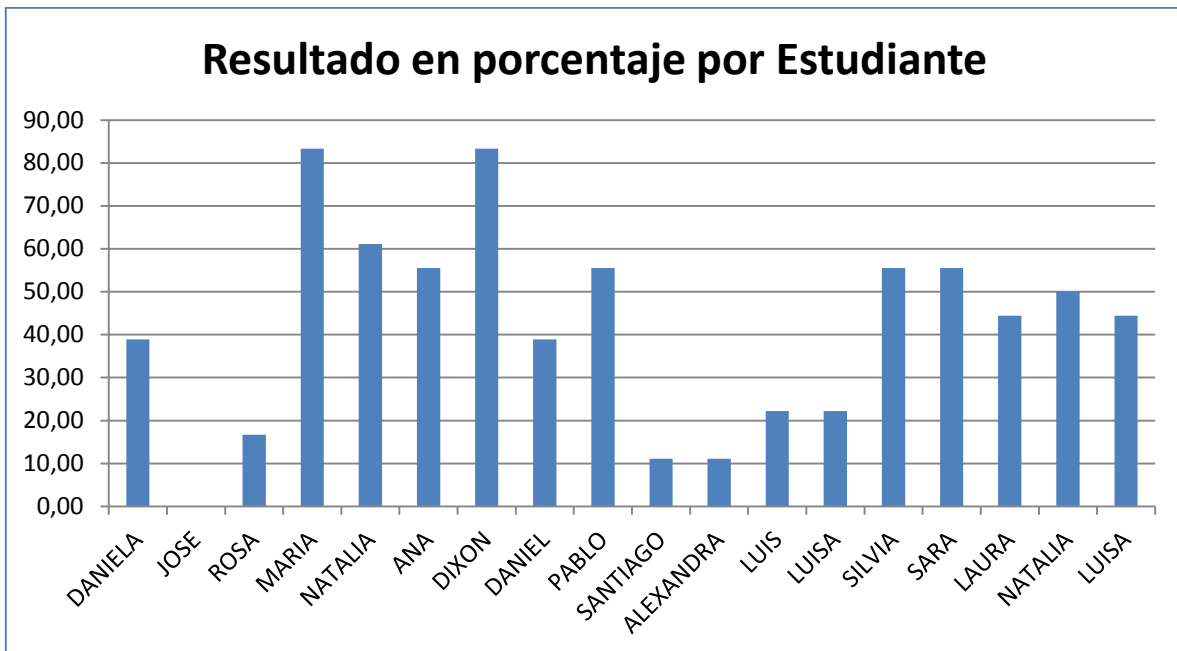


Figura 5.2. Resultados de 18 estudiantes en prueba preliminar semestre 2 de 2011 ver soporte de datos en el anexo 2.

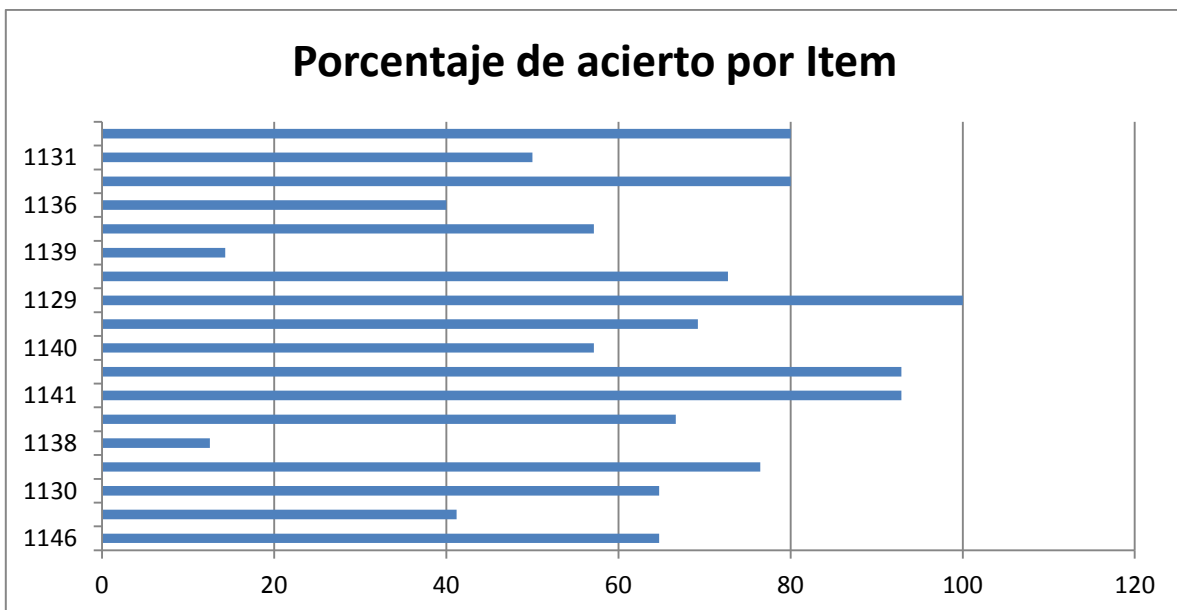


Figura 5.3. Porcentaje de acierto por Ítem. Ver soporte de datos en el anexo 2.

Las figuras 5.4 y 5.5, muestran la relación entre los resultados en los quices y la nota definitiva de cada estudiante, tanto en el esquema tradicional y como en el esquema propuesto. Se muestra una mayor fiabilidad de la información en los resultados de quices presentados en el sistema de evaluación propuesto, ya que a pesar de que el promedio de la nota definitiva es muy similar en ambos esquemas, el promedio de las notas de quices estuvo más cercano de la nota definitiva de cada estudiante en el sistema de evaluación propuesto. Esta interpretación está soportada en la individualización de la prueba, ya que en el nuevo sistema de evaluación se le genera un examen diferente a cada estudiante, lo que reduce la probabilidad de fraude por parte del estudiante. Además, para que los estudiantes que usaron el sistema de evaluación propuesto, los cuales, teniendo un promedio más bajo en los quices pudieran lograr una nota definitiva equivalente a los estudiantes que usaron el esquema tradicional, necesitaron tener un promedio más alto en las notas de los parciales y examen final, lo que se puede interpretar como una mejor preparación de los estudiantes que usaron el sistema de evaluación propuesto para la presentación de parciales y examen final. (Ver anexo 3) En las gráficas 5.4 y 5.5, los puntos azules representan a los estudiantes; el grupo que utilizó el sistema de evaluación propuesto es de 29 integrantes, mientras que el que utilizó el esquema tradicional es de 28 estudiantes.

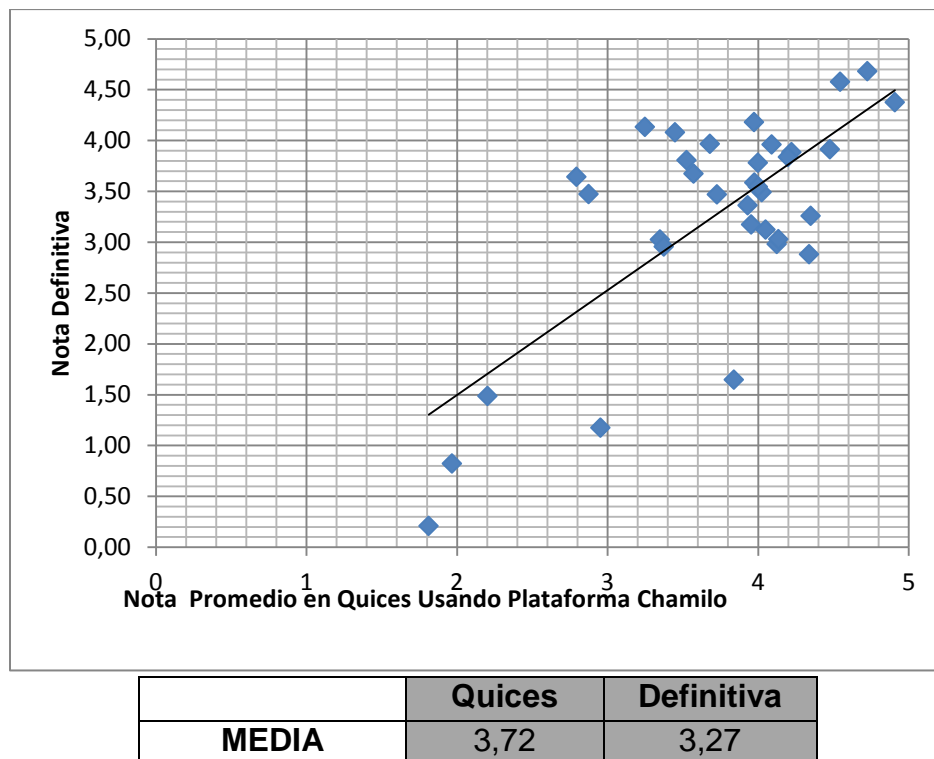


Figura 5.4. Relación nota quices Vs notas definitivas usando el sistema de evaluación

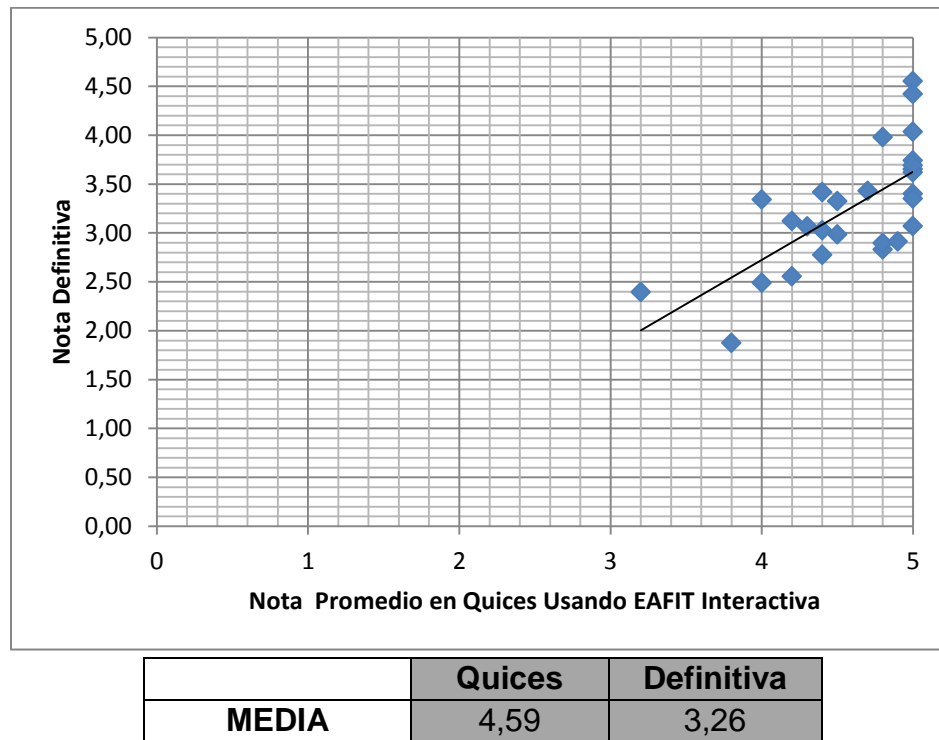


Figura 5.5. Relación nota quices Vs notas definitivas usando la plataforma EAFIT Interactiva

## 5.2. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO EXPERIMENTAL DURANTE EL 2011

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.

### 5.2.1. Resultados

El grupo control contó con 28 estudiantes, 20 de los cuales aprobaron la asignatura, 71% y 8 la reprobó, 29%; ver figura 5.6.

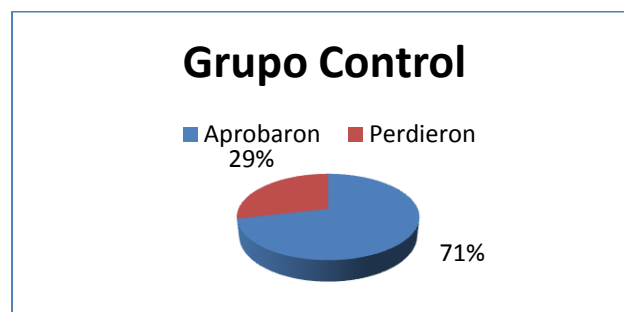


Figura 5.6. Porcentaje de estudiantes que perdieron y aprobaron en el grupo control

Mientras que en el grupo experimental, de los 29 estudiantes, 28 estudiantes aprobaron la asignatura, 97 % y 1 estudiante la reprobó, 3 %; ver figura 5.7.

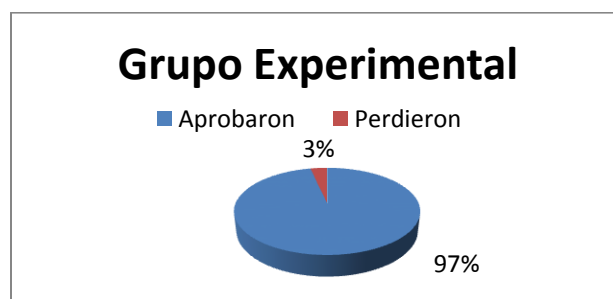


Figura 5.7. Porcentaje de estudiantes que perdieron y aprobaron en el grupo Experimental

Los gráficos 5.8 y 5.9, 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.

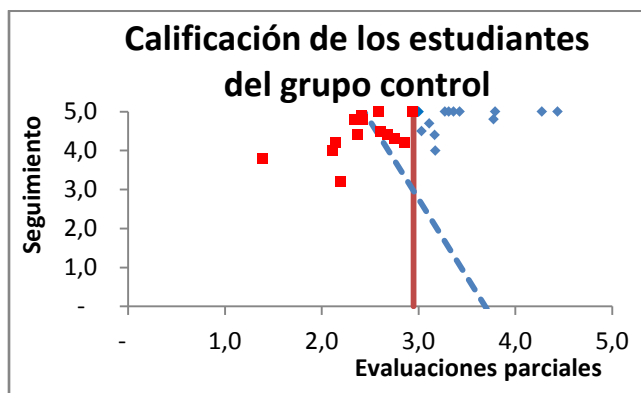


Figura 5.8. Relación entre los resultados del seguimiento y evaluaciones parciales.

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.

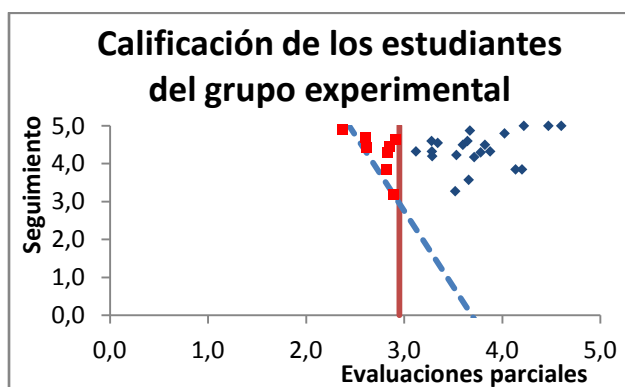


Figura 5.9. Relación entre los resultados del seguimiento y evaluaciones parciales.

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 5.10.

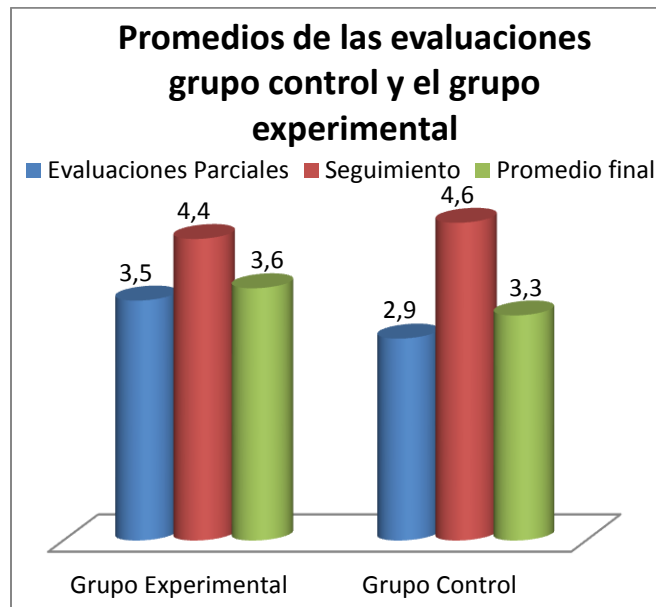


Figura 5.10. Comparación entre los resultados del grupo control y el grupo experimental (valores sobre 5)

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.

### 5.3. EXPERIENCIAS DURANTE EL 2012

El sistema ha sido usado en el curso de Estática durante 2 periodos académicos del año 2012, contando con la participación de 400 estudiantes de 12 grupos diferentes. Los resultados de este experimento son comparados con los resultados de estudiantes de otros grupos de años anteriores, que usaron las prácticas y métodos de evaluación tradicionales.

En el estudio se incluyen los datos de resultados de grupos de Estática desde el año 2006 hasta el 2012, de los cuales, los primeros 7 años corresponden a datos de estudiantes que no hicieron uso del sistema de evaluación propuesto y el último año a grupos de estudiantes que si lo hicieron.

### 5.3.1. Recolección de la información de resultados de los estudiantes

El estudio para medir el impacto de la plataforma en el aprendizaje de la asignatura se realizó comparando los resultados de todos los grupos de la asignatura. Los grupos fueron evaluados de la misma forma, esto es, cuatro exámenes parciales en papel, 80%, y un seguimiento consistente en una evaluación semanal utilizando el sistema de evaluación propuesto, 20%. Los cuatro parciales presentados por todos los grupos fueron los mismos, solo se varió el seguimiento. En los grupos entre el 2006 y 2011, se utilizó una plataforma computacional con ejercicios fijos en el seguimiento y los grupos de 2012 utilizaron el sistema de evaluación propuesto mediante una plataforma computacional con ejercicios dinámicos.

Los estudiantes de los grupos entre 2006-2011 para evaluar el seguimiento (20% de la nota final del curso) realizaron doce pruebas, una por semana, en forma no presencial, cada estudiante desarrolló un problema propuesto y respondió un cuestionario con un número de preguntas de selección múltiple con única respuesta. El enunciado de los ejercicios, las respuestas fueron las mismas para todos los estudiantes.

A los 12 grupos de 2012 el seguimiento consistió también en la realización de doce pruebas, una por semana, en las que cada estudiante, también en forma no presencial, desarrolló un problema propuesto y respondió un cuestionario con un número determinado de preguntas de selección múltiple con única respuesta. Para estos grupos, la prueba evaluaba los mismos conceptos con niveles de dificultad equivalentes, pero los enunciados los ejercicios, los contextos, las respuestas cambiaron de estudiante a estudiante.

El análisis se realizó sobre una muestra de información basada en una población finita, ver ecuación 1:

$$n = \frac{Z^2 p * q * N}{N e^2 + Z^2 p * q} \quad (1)$$

Donde  $e = 5\%$ ,  $Z = 1.96$  (tabla de distribución normal para el 95% de confiabilidad y 5% error),  $N = 4000$  (universo)  $p = 0.50$ ,  $q = 0.50$ . Que para un  $N$  de 4000 estudiantes y un nivel de confiabilidad de 95% es: 350

### 5.3.2. Resultados del estudio en 2012

Los resultados que se muestran en la figura 5.11, corresponden a las notas promedio obtenidas por los estudiantes de estática entre los años 2005 y 2012.

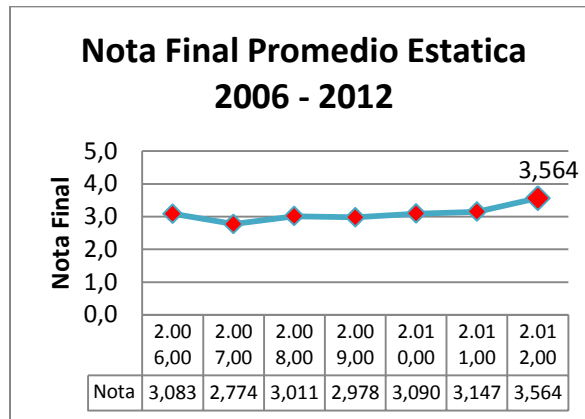


Figura 5.11. Nota final promedio de Estática por año de 2006 a 2012

El índice de reprobación (IR) para un grupo en un periodo académico se calculó mediante la ecuación 2:

$$IR = \left( \frac{AR}{TA} \right) * 100 \quad (2)$$

donde (AR) es el número de estudiantes que no han superado los puntajes mínimos de la asignatura y (TA) es el total de estudiantes formalmente inscritos en dicha asignatura. Los resultados se muestran en la figura 5.12.

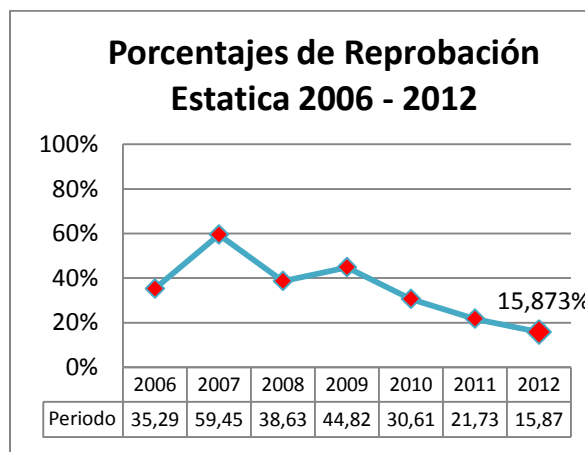


Figura 5.12. Porcentajes de Reprobación de Estática por año de 2006 a 2012

Un análisis estadístico más exhaustivo de los resultados obtenidos con el sistema

de evaluación propuesto, son presentados en el artículo “Improving Student Results in a Statics Course using a Computer-based Training and Assessment System”, Anexo 4.

# CAPÍTULO 6

## CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS PARA PROYECTOS A FUTURO

### 6.1. CONCLUSIONES

La nota final promedio de los estudiantes de Estática durante el 2012 aumentó un 8% en comparación con las notas de los estudiantes del período 2006-2010. Además, el porcentaje de fracaso disminuyó considerablemente entre 2011 y 2012, con alrededor del 11% en comparación con los del período 2006-2010. Se espera que esto tenga una influencia en la reducción de las tasas de abandono de los programas de ingeniería mecánica, civil e ingeniería de producción. Sin embargo, se necesita más información para medir el impacto del sistema sobre las tasas de deserción escolar (por ejemplo, otra información sobre el progreso del estudiante, los cambios educativos en otras clases, y los efectos del profesorado).

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.

Una explicación del mejor desempeño de los estudiantes de los grupos de estática, 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.

Cabe señalar que el curso de estática no es el único que tiene niveles altos de fracaso. Asimismo, otros aspectos no académicos influyen en la deserción de los programas académicos.

Los estudiantes agradecieron la oportunidad de utilizar el sistema en otros lugares fuera de la Universidad.

El desarrollo de la herramienta ha generado interés por parte de otros departamentos académicos y los estudios están en curso para adaptar el sistema en otras materias básicas.

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 [47].

## **6.2. SUGERENCIAS PARA PROYECTOS A FUTURO**

Implementar un esquema que permita darle al estudiante retroalimentación inmediata de los problemas presentados en el sistema de entrenamiento y evaluación [48]. Esta retroalimentación podría estar enlazada a otro tipo de recursos como ejemplos, textos o elementos multimedia.

Algunos estudiantes no utilizan el sistema de evaluación de manera continua. Es necesaria mayor investigación para determinar las causas por las cuales los estudiantes no aprovechan al máximo el sistema de evaluación.

Realizar la integración del sistema de evaluación con las plataformas institucionales tanto académicas como administrativas, para centralizar el tema de los usuarios y reportes de notas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Tobón, S., Pimienta, J., y García Fraile, J.A. (2010a). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson.
- [2] Yorke, M. (2003). Formative assessment in higher education: Moves towards theory and the enhancement of pedagogic practice. *Higher Education*, 45(4), 477-501
- [3] Paul Black, and Dylan Wiliam. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice* 5(1):7--74(1998)
- [4] Pellegrino, J., Chudowsky, N., & Glaser, R. (2003). *Knowing what students know*: National Academy Press Washington, DC.
- [5] Bloom, B., Hastings, Tomás y Madaus, George F. *Manual de evaluación formativa y acumulativa del aprendizaje del alumno*. Traducción de Lydia Miguel. Santiago: Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP). 1973.
- [6] Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (n.d.). *Guidelines for Developing Evidence- based Assessments*. Test (pp. 1-38).
- [7] e-Assessment Association, (online):<http://www.e-assessment.com/>
- [8] Oracle, "Java SE 7 Certification", (online):<http://education.oracle.com/pls/>
- [9] Education Testing Service, "GRE", (Online):<https://www.ets.org/gre/>
- [10] Education Testing Service, "TOEFL", (Online):<https://www.ets.org/toefl/>
- [11] Coursera, (Online):<https://www.coursera.org/>
- [12] Kats, Yefim. (2010). *Learning management system technologies and software solutions for online teaching: tools and applications*. Information Science Reference, USA. pp 20.
- [13] Flate Paulsen, M. " Online Education Systems: Discussion and Definition of Terms". NKI Distance Education. Julio 2002. (En Línea): <http://home.nettskolen.com/~morten>
- [14] Moodle, (En Línea): <https://moodle.org/>
- [15] Claroline, (En Línea): <http://www.claroline.net/?lang=es>

[16] Dokeos, (En Línea): <http://www.dokeos.com/>

[17] ILIAS Open Source E-Learning, (En Línea): [http://www.ilias.de/docu/ilias.php?baseClass=ilrepositorygui&reloadpublic=1&cmd=frameset&ref\\_id=1](http://www.ilias.de/docu/ilias.php?baseClass=ilrepositorygui&reloadpublic=1&cmd=frameset&ref_id=1)

[18] Chamilo. "Open source E-Learning and collaboration software".(En Línea): <http://www.chamilo.org/>

[19] Desire2learn, (En Línea): <http://www.desire2learn.com/>

[20] Blackboard (En Línea): <http://www.blackboard.com/>

[21] Winlearning, (En Línea): <http://www.winlearning.com/>

[22] Curtin University of technology "Learning Management System", (En Línea): [https://webct.curtin.edu.au/webct/ticket/ticketLogin?action=print\\_login&request\\_uri=/webct/homearea/homearea](https://webct.curtin.edu.au/webct/ticket/ticketLogin?action=print_login&request_uri=/webct/homearea/homearea)

[23] Mount Orange School (Moodle 2.4.1 demo), (En Línea): <http://school.demo.moodle.net/>

[24] ISO, (En Línea): <http://www.iso.org/iso/home.html>

[25] Tutorial SCORM Dokeos, (En Línea): <http://www.dokeos.com/tutorials/scormimport09.htm>

[26] Beeznest, Soluciones Open Source eficientes, (En Línea): <http://www.beeznest.com/es>

[27] IMS GLOBAL Learning Consortium, "IMS Questions & Test Interoperability QT12 Specification", (Online):<http://www.imsglobal.org/question/>.

[28] Bordas, M. Inmaculada. (2001). Estrategias de evaluación de los aprendizajes centrados en el proceso. Revista Española de Pedagogía, No.218.pp.25 a 48

[29] McDonald, R, "Nuevas perspectivas sobre la educación". Boletín Cinterfor: Boletín Técnico Interamericano de Formación Profesional. N°. 149, 2000, pp. 41-72.

[30] IMS Global, Learning Consortium, (En línea): <http://www.imsglobal.org/>

- [31] Moodle, "Moodle XML Format", (Online): [http://docs.moodle.org/24/en/Moodle\\_XML\\_format](http://docs.moodle.org/24/en/Moodle_XML_format).
- [32] Amazon Web Services, "AWS Global Summit Series", (Online): <http://aws.amazon.com/es/>
- [33] GAL&LEO "Tecnologías educativas Colaborativas". (En línea): <http://chile.galyleo.net/>
- [34] nanoHUB.org, an NCN Project "Online simulation and more for nanotechnology". (En Línea): <http://nanohub.org/>
- [35] NIST National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, "The NIST Definition of Cloud Computing". (En línea): <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>
- [36] EAFIT Interactiva (2002), (En Línea) [http://www.EAFIT.edu.co/servicios-en-linea/EAFITvirtual/Documents/EAFIT\\_inter\\_acep\\_com\\_uni\\_2002.pdf](http://www.EAFIT.edu.co/servicios-en-linea/EAFITvirtual/Documents/EAFIT_inter_acep_com_uni_2002.pdf)
- [37] Steif, P.S. y Dantzler, J.A.; "A Statics Concept Inventory Development and Psychometric Analysis." *Journal of Engineering Education* 94, No.4 (2005): 363-71.
- [38] Beer, F. P y Johnston Jr., ER. "Estática y Mecánica de Materiales". McGraw-Hill, Inc. pp. 353. 2002.
- [39] Soutas-Little y Robert W. "Engineering Mechanics: Statics". Prentice Hall, pp. 289. 2009.
- [40] Biggs, J., "Calidad del aprendizaje universitario". Narcea, S.A. De Ediciones. Colección universitaria. Segunda edición, Madrid, España. Teaching for Quality learning at university. Traducción Pablo Manzano. Publicado por arrangement with Open University Press, Buckingham. pp 29.
- [41] Boresi, P. y Schmidt, R. "Engineering Mechanics: Statics General Engineering". Brooks/Cole, 2001 Universidad Estatal de Pensilvania, pp. 553. 2011.
- [42] Mc Nair, L y 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.
- [43] Condoor, S. "Reformulating the Statics Course: A Design-Based Approach". Proceedings of the ASME 2008 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2008)

[44] Al-Masoud, Nidal. "Development of MATLAB Graphical User Interface for Teaching Statics". Proceedings of the ASME 2005 International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2005).

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

[46] IMS Global Learning Consortium "IMS Questions & Test Interoperability Specification", (En línea): <http://www.imsglobal.org/question/>

[47] Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, 82(1), 33.

[48] Mason, B., & Bruning, R. (1999). Providing feedback in computer-based instruction: What the research tells us. Retrieved July, 6, 2004

## ANEXOS

### **Anexo 1**

[Documento de descripción de Preguntas Implementadas.](#)

### **Anexo 2**

[Artículo presentado premiado en Acofi 2012](#)

### **Anexo 3**

[Artículo presentado y aceptado en la Revista LACCEI \(LACCEI\) edición junio 2013](#)

### **Anexo 4**

[Artículo presentado y en proceso de aprobación FIE 2013 Frontiers in Education IEEE Octubre 2013](#)

### **Anexo 5**

[Datos procesados prueba preliminar semestre 2 de 2011](#)

[Relación nota quices Vs notas definitivas 2011 2](#)

[Datos procesados para generar las estadísticas del uso del sistema 2012](#)