

PROGRAMACIÓN DE UN BANCO DE EVALUACIONES ASISTIDO POR MATLAB BASADO
EN UN CUADRO MAESTRO FUNDAMENTADO EN LAS COMPETENCIAS ABET PARA LA
ASIGNATURA RESISTENCIA DE MATERIALES

JEISON ALFONSO AMADO HERRERA

MARIA DANIELA SALAS ENRIQUEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA

2022

PROGRAMACIÓN DE UN BANCO DE EVALUACIONES ASISTIDO POR MATLAB BASADO
EN UN CUADRO MAESTRO FUNDAMENTADO EN LAS COMPETENCIAS ABET PARA LA
ASIGNATURA RESISTENCIA DE MATERIALES

JEISON ALFONSO AMADO HERRERA

MARIA DANIELA SALAS ENRIQUEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Director:

WILLIAM PINTO HERNANDEZ

PhD. Ingeniería Mecánica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA

2022

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a la Universidad Industrial de Santander por darnos la oportunidad de unirnos a su gran familia y de convertirnos en profesionales aptos para entregar todo nuestro conocimiento a este bello país. A nuestros profesores y tutores, gracias a ellos nos hemos convertido en buenos profesionales y grandes personas, sus enseñanzas serán aplicadas con responsabilidad ambiental y de la manera más ética en el futuro.

Especial reconocimiento a nuestro director de tesis PhD. William Pinto Hernández, sus palabras, conocimientos y paciencia nos han colmado de las virtudes necesarias para alcanzar esta gran meta y realizar con éxito este proyecto investigativo. A nuestros compañeros y colegas por todos sus pequeños aportes, por cada momento que hicieron que nuestra vida universitaria sea más amena.

Agradecimientos a nuestros padres y familia por el apoyo incondicional que nos han brindado a lo largo de todo nuestro proceso de formación en esta alma mater, animándonos a seguir adelante para culminar este gran sueño. A Dios por brindarnos la salud y sabiduría necesaria para que este proyecto se realice con éxito.

Jeison Alfonso Amado Herrera.

María Daniela Salas Enríquez.

DEDICATORIA

A mi papá Carlos Amado, mi mamá Rosa Herrera; su ejemplo, apoyo y paciencia me permitieron creer en mi para afrontar este reto, sus palabras de aliento y dedicación fueron clave para mi crecimiento como una persona con valores y un profesional integro.

A mi hermana pequeña Angelica Amado, su cariño y su forma de ser recargaban mis baterías para perseguir ese sueño y mirar alto día a día.

A mi abuela Oliva Torres que estuvo a mi lado expresándome su más sincero apoyo para cumplir esta gran meta.

A mi pareja Silvia Colmenares, sus consejos y apoyo emocional fueron de vital importancia para completar este proyecto.

A mi compañera Daniela Salas, por confiar en mi para hacer parte de este proyecto y sacarlo adelante, su ayuda e ideas contribuyeron de gran manera para el desarrollo y finalización del proyecto.

Y, por último, pero no menos importante, a mi amigos y compañeros de la Universidad Industrial de Santander y en general a todo aquel que haya contribuido con su granito de arena he hicieron posible con su apoyo llegar hasta aquí.

Jeison Alfonso Amado Herrera.

DEDICATORIA

A Dios porque sin él y sin su ayuda no habría podido llegar hasta aquí.

A mi madre Aida Graciela Enríquez y mi padre Javier Iván Salas, por nunca cortarme las alas, apoyarme a volar tanto como pudiera, enseñarme desde pequeña a no rendirme y luchar con todo mi empeño por mis sueños.

A mis tías, especialmente a mi tía Lucia porque siempre estuvo para mí, recordándome mis cualidades, haciendo mi vida más amena y porque desde el cielo siento ese ángel siempre protegiéndome.

A mis amigos de High System Training que me brindaron sus equipos, su conocimiento y, sobre todo, su valiosa amistad durante la realización de este proyecto.

A mi compañero Jeison Amado, por su paciencia y dedicación en este proyecto y en toda nuestra carrera universitaria, donde nunca faltó la ayuda y las palabras de aliento en momentos difíciles.

A la División Financiera de la Universidad Industrial de Santander, porque me acogieron, me colaboraron y siempre han estado pendientes de mí desde que empezó mi vida universitaria.

A todos mis amigos y familia que me apoyaron durante todo este tiempo, que creyeron en mí y que contribuyeron para mi bienestar de alguna u otra forma para continuar construyendo este sueño.

Maria Daniela Salas Enriquez.

TABLA DE CONTENIDO

1	FORMULACION DEL PROBLEMA.....	15
2	OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECIFICOS	17
2.1	OBJETIVO GENERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3	JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.....	18
4	MARCO DE REFERENCIA	19
4.1	ESTADO DEL ARTE	19
4.2	MARCO TEÓRICO.....	25
4.2.1	¿Qué es ABET?.....	25
4.2.2	Asignatura de Resistencia De Materiales y sus tópicos.	27
4.2.3	Banco De Evaluaciones.....	30
4.2.4	MOODLE	30
4.2.5	SIGENEXA	30
4.2.6	¿Qué es una competencia?.....	31
5	CUADRO MAESTRO.....	32
5.1	CUADRO MAESTRO DE LA ASIGNATURA	32
5.2	CUADRO MAESTRO DE EVALUACIÓN	33
5.2.1	Competencias de las unidades de la asignatura	33
5.2.2	Cumplimiento.....	36
5.2.3	Rangos de Calificación	40
6	BANCO DE EVALUACIONES	42
6.1	FASE DE RECOPIACIÓN:.....	43

6.2	FASE DE PROGRAMACIÓN:.....	44
6.3	FASE DE PLANTEAMIENTO:.....	45
6.4	FASE DE TOLERANCIA	46
6.5	FASE DE CONSIGNACIÓN:.....	47
6.6	FASE DE PRUEBA	48
6.7	FASE DE EXPORTACIÓN:.....	49
7	RESULTADOS	50
7.1	Análisis de la Muestra Obtenida.....	50
7.2	Resultados Hipotéticos.....	54
7.2.1	Promedio de cumplimiento por unidad.....	55
7.2.2	Promedio de cuestionarios por unidad	59
8	CONCLUSIONES	63
9	RECOMENDACIONES.....	64
	BIBLIOGRAFÍA	65

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ponderación Quiz 1, Unidad 1.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 2. Grado de cumplimiento de un tópico.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 3. Cálculo del cumplimiento de la Unidad.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4. Competencias Primera Unidad.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 5. Rango de Calificación del tópico “Estática”.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 6. Nomenclatura de los cuestionarios.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 7. Variables de entrada del QUIZ 3-1-4.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 8. Matriz del QUIZ 3-1-4.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 9. Función para exportar la Matriz del QUIZ 3-1-4.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 10. Estructura inicial PDF QUIZ 3-1-4.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 11. Tabla de datos PDF QUIZ 3-1-4.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 12. Tabla de respuestas PDF QUIZ 3-1-4.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 13. Temas de la asignatura en SIGENEXA.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 14. Tópicos de Carga Axial en SIGENEXA.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 15. Quiz de Estática aplicada al curso D1.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 16. Quiz de Estática aplicado al curso B2.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 17. Comparativa de ambos cursos en el Quiz Estática.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 18. Quiz de Carga Axial aplicado al curso D1.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 19. Quiz de Carga Axial aplicado al curso B2.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 20. Comparativa de ambos cursos en el Quiz Carga Axial.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 21. Promedio de Cumplimiento Primera Unidad.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 22. Promedio de Cumplimiento Segunda Unidad.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 23. Promedio de Cumplimiento Tercera Unidad.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 24. Promedio de Cumplimiento Cuarta Unidad.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 25. Promedio de Cuestionarios Primera Unidad.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 26. Promedio de Cuestionarios Segunda Unidad.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 27. Promedio de Cuestionarios Tercera Unidad.....</i>	<i>61</i>

Figura 28. Promedio de Cuestionarios Cuarta Unidad62

LISTA DE ANEXOS

(Ver anexos adjuntos y pueden visualizarse en la Base de datos de la Biblioteca UIS)

ANEXO A. Cuadro maestro de la asignatura de Resistencia de Materiales.

ANEXO B. Cuadro maestro de evaluativo.

ANEXO C. Resultados de las notas alcanzadas por los estudiantes de los cursos B2 y D1.

ANEXO D. Resultados hipotéticos de las notas alcanzadas para el semestre completo.

ANEXO E. Carpeta con el nuevo ejecutable de SIGENEXA.

ANEXO F. Carpeta con las soluciones de todo el banco de evaluaciones.

RESUMEN

TÍTULO: PROGRAMACIÓN DE UN BANCO DE EVALUACIONES ASISTIDO POR MATLAB BASADO EN UN CUADRO MAESTRO FUNDAMENTADO EN LAS COMPETENCIAS ABET PARA LA ASIGNATURA RESISTENCIA DE MATERIALES.

AUTOR: JEISON ALFONSO AMADO HERRERA, MARIA DANIELA SALAS ENRIQUEZ.

PALABRAS CLAVE: MATLAB, SOFTWARE, ABET, SIGENEXA, CUESTIONARIO, CUADRO MAESTRO, MOODLE, BANCO DE EVALUACIONES.

DESCRIPCIÓN:

El siguiente proyecto de investigación detalla el proceso de realización de un cuadro maestro evaluativo donde se observa el avance cuantitativo de las competencias ABET a lo largo del contenido de la asignatura de Resistencia de Materiales.

A su vez, se explica el proceso de programación de un banco de evaluaciones individualizado, cuya solución fue elaborada en el software MATLAB. Todo lo anterior con el fin de valorar y mejorar la calidad de los procesos de enseñanza, logrando de esta manera entregar una herramienta útil para el proceso de acreditación ABET de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

Previo al desarrollo del proyecto, se realiza un análisis bibliográfico de textos que estén encaminados a: la implementación de las TIC para mejorar la calidad de los procesos evaluativos, las competencias ABET aplicadas en los programas de ingeniería y los requerimientos para la elaboración de exámenes individualizados.

Para dar inicio al proyecto se crea un cuadro maestro en el cual se relacionan las competencias ABET con cada uno de los contenidos de la asignatura para

posteriormente con base en ese cuadro maestro, elaborar un banco de ciento sesenta evaluaciones individualizadas para un promedio de 41 estudiantes a través del software MATLAB; dicho banco es exportado hacia la plataforma MOODLE, por medio de cambios en el código fuente de la herramienta SIGENEXA.

Finalmente se espera que tras la aplicación de los cuestionarios en la plataforma MOODLE TIC, los estudiantes del curso mejoren en términos de calidad académica, a través del cuadro maestro, identificando las competencias con bajo rendimiento y también a través del banco de evaluaciones como método de valoración continua.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: PhD. William Pinto Hernandez Doctor en Ciencias de Ingeniería Mecánica.

ABSTRACT

TITLE: PROGRAMMING OF AN EVALUATION BANK ASSISTED BY MATLAB BASED ON A MASTER CHART FUNDAMENTED ON ABET COMPETENCIES FOR THE SUBJECT MATERIAL RESISTANCE.

AUTHOR: JEISON ALFONSO AMADO HERRERA, MARIA DANIELA SALAS ENRIQUEZ.

KEY WORDS: MATLAB, SOFTWARE, ABET, SIGENEXA, QUESTIONNAIRE, MASTER CHART, MOODLE, ASSESSMENT BANK.

DESCRIPTION:

The following research project details the process of creating an evaluative master chart where the quantitative progress of the ABET competences is observed throughout the content of the subject of Material Resistance.

In turn, it explains the programming process of an individualized evaluation bank, whose solution was developed in MATLAB software. All of the above in order to assess and improve the quality of the teaching processes, thus managing to deliver a useful tool for the ABET accreditation process of the Faculty of Mechanical Engineering of the "Universidad Industrial de Santander".

Prior to the development of the project, a bibliographic analysis of texts that is aimed at the implementation of ICT to improve the quality of the evaluation processes, the ABET competences applied in the engineering programs, and the requirements for the elaboration of individualized exams is carried out.

To start the project, a master table is created in which the ABET competencies are related to each of the contents of the subject. Later, based on that master table, we develop a bank of one hundred and sixty individualized evaluations for an average of 41 students through MATLAB software; this bank is exported to the MOODLE platform through changes in the source code of the SIGENEXA tool.

Finally, it is expected that after the application of the questionnaires on the MOODLE TIC platform, the students of the course will improve in terms of academic quality through the master cadre, identifying the competences with low performance, and also through the evaluation bank as a method of continuous assessment.

* Degree Work.

** Faculty of Physicomechanics. School of Mechanical Engineering. Director: William Pinto Hernández Doctor of Science in Mechanical Engineering.

1 FORMULACION DEL PROBLEMA

La escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Industrial de Santander con el fin de garantizar la mejora continua de los procesos de enseñanza, ha estado buscando desde el año 2018 la acreditación ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*).

Para lograr dicha acreditación la universidad debe implementar un modelo de valoración- evaluación- mejora continua¹; que consiste en:

1. Valoración: Recolectar datos enfocados en resultados académicos de los estudiantes y describir la conducta de los mismos.
2. Evaluación: Analizar los datos y plantear hipótesis del por qué ocurre dicha conducta.
3. Mejora: Realizar acciones de mejora para sostener u optimizar la conducta de los estudiantes.

Desde inicios del año 2020, el modelo de valoración-evaluación-mejora tuvo algunas transformaciones debido al confinamiento causado por la pandemia mundial del Covid-19, las transformaciones más relevantes fueron los modelos de presencialidad remota que consisten en la transmisión y evaluación de conocimiento por medio de canales virtuales. Esta fue la única solución para continuar con el plan educativo de todos los estudiantes del alma mater.

La presencialidad remota se logró llevar a cabo mediante la activación de 700 aulas de zoom y el reforzamiento de la plataforma de evaluación Moodle. Sin embargo, aunque estas herramientas son bastante útiles, aun son insuficientes para disminuir la posibilidad

¹FACULTAD DE INGENIERIA FISICOMECHANICAS: Proceso de acreditación ABET [En línea]. [Consultado: 26 de mayo de 2021]. Disponible en: http://fisicomechanicas.uis.edu.co/eisi/images/Noticias/archivos/20190315111107-presentacion_abet_estudiantes.pdf

de fraude, por eso se han pensado en alternativas de individualización de evaluaciones, donde cada estudiante tenga preguntas distintas, pero con el mismo grado de dificultad, lo cual implica un reto muy grande debido al tiempo que esto conllevaría para cada docente.

Por otro lado, para la realización del modelo de valoración-evaluación-mejora en este tiempo de Covid-19, se debe hacer como primera instancia la valoración de los estudiantes en las competencias de ABET mediante datos cuantificados, por lo que resulta complicado ya que la universidad evalúa solo los contenidos de las asignaturas que aunque es cierto que van encaminados al mismo propósito de la acreditación, se deben enfatizar y direccionar hacia las competencias ABET para lograr esa valoración y posterior evaluación-mejora.

Para concluir; la pregunta que queda por desarrollar es: ¿Cómo se podría desarrollar un plan evaluativo que comprenda las competencias ABET por medio de evaluaciones individualizadas en canales virtuales?

2 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECIFICOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar e implementar un plan evaluativo que comprenda las competencias ABET por medio de evaluaciones en canales virtuales y retroalimentación por parte de los estudiantes para el contenido de la asignatura de Resistencia de Materiales.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un cuadro maestro de competencias con su respectivo porcentaje de prioridad para la asignatura resistencia de materiales teniendo en cuenta las siguientes unidades del curso:
 - Carga axial
 - Carga por torsión
 - Carga por flexión
 - Carga combinada
- Realizar un cuadro maestro de evaluación de los contenidos fundamentados en las competencias descritas anteriormente para posteriormente cuantificar su grado de desarrollo.
- Elaborar un banco de preguntas y soluciones programadas en MATLAB para generar evaluaciones académicas enfocadas en el desarrollo de los cuadros maestros de evaluación y competencias a lo largo del curso de resistencia de materiales.
- Implementar los cuadros maestros y el banco de evaluaciones haciendo una retroalimentación individual y usando la plataforma Moodle como evaluador respectivamente durante el curso de resistencia de materiales de la Universidad Industrial de Santander para valorar los resultados y diagnosticar el alcance de las competencias de los estudiantes.

3 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

La educación ha sido afectada por la situación actual, ya que los educadores deben cambiar el método de enseñanza que han cultivado durante tantos años en la presencialidad, a un nuevo método virtual, con herramientas y plataformas nuevas a las cuales la mayoría no están acostumbrados, esto es un reto para ellos, ya que deben evitar que sus estudiantes presenten fraude, esto producto del confinamiento en los hogares. Esta situación genera conflicto con la misión y visión de las instituciones educativas y las nuevas tecnologías emergentes, la cual es formar egresados de alta calidad competentes para el mundo laboral.

El presente proyecto pretende realizar un banco de evaluaciones basados en los criterios ABET para la acreditación de la carrera de Ingeniería Mecánica para el curso de Resistencia de Materiales, esto se realizará con ayuda del software MATLAB para la realización de los exámenes programados y usando el software SIGENEXA para subir los exámenes a la plataforma Moodle de la universidad.

Este proyecto beneficiará la forma en la que se examinará a los estudiantes en la virtualidad, ya que se podrá garantizar la retroalimentación individual de los educandos mediante la mejora continua bajo las competencias de ABET.

Esto también beneficiará a la institución educativa en la que se aplique el método de mejora continua, pues esto garantizaría que sus egresados cumplan con los estándares de calidad propuestos por el alma mater.

4 MARCO DE REFERENCIA

4.1 ESTADO DEL ARTE

La tesis de grado realizada por Robin Cristancho y Fabian Perez titulada “Herramienta computacional de apoyo docente para la generación automática de exámenes en la asignatura termodinámica I” se enfoca en agilizar el trabajo docente por medio de la automatización de exámenes y la individualización de datos mediante la calificación automática a través de la plataforma Moodle, es debido a esto que en el documento se plantean algunos requisitos a seguir para la formulación de las pruebas evaluativas en la plataforma Moodle, entre ellos que las respuestas sean de tipo digitalizadas numéricamente, o en su defecto de tipo ensayo ya que muchas veces los docentes desean observar gráficas, procedimiento o componentes teóricos.

Otro punto a tener en cuenta de este documento es la jerarquización de preguntas, la cual se construye según la categoría y el nivel, donde la categoría hace referencia al tópico a tratar en la asignatura conforme al cronograma de la misma, y el nivel hace referencia a la dificultad del ejercicio, esto con el fin de que todos los estudiantes tengan la misma categoría y nivel a la hora de ser evaluados. Es importante entonces establecer los criterios para determinar la jerarquía de los ejercicios en la asignatura de resistencia de materiales.

Por último, los autores, realizaron un estudio del rango de los datos a individualizar por cada ejercicio, donde el resto de información del mismo sea congruente y cumpla con las leyes de la termodinámica. Para de esta manera asegurar que los estudiantes no tengan problemas a la hora de la solución de sus pruebas evaluativas. Es decir, se debe comprobar que todos los exámenes puedan ser resueltos por todos los estudiantes.

La tesis de grado realizada por Camila Arévalo y Alexandra Guatibonza titulada “Implementación de objetos virtuales de aprendizaje en la asignatura Métodos de Ingeniería Química II para el desarrollo de competencias de aprendizaje según

estándares de calidad de acreditación ABET y lineamientos del MEN” diseña un aula virtual para la asignatura de Métodos De Ingeniería Química II. Para lograr este diseño se describen las competencias ABET, se nombran sus indicadores de desempeño los cuales están establecidos por el programa de ingeniería química. Posteriormente se seleccionan las competencias ABET dirigidas a la asignatura en estudio, después se presentan las actividades E-A (Enseñanza-Aprendizaje) que estarán incluidas en el aula virtual de la asignatura, con su descripción, duración, sus objetivos, su competencia ABET y sus respectivos indicadores de desempeño. Por último, se realiza el montaje del diseño en la plataforma MOODLE y la guía de desarrollo del curso para el profesor. Esta metodología es una buena base para la formulación de los cuadros maestros de competencias y evaluación que se desea realizar en nuestro proyecto de grado.

Entre las conclusiones, la más relevante que se observó es que para el desarrollo de las competencias ABET se necesitan videos, documentos pdf, diapositivas, cuestionarios y foros; lo cual se debe considerar a la hora de plantear las actividades evaluativas en el cuadro maestro de evaluación.

En el trabajo de grado de Fabian Muñoz y Jose Vergara, titulado “Implementación de una herramienta tecnológica como apoyo en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación para la asignatura de potencia fluida. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander”; su principal objetivo es el diseño de un REDA (recurso educativo digital abierto) para implementar en la asignatura de Potencia Fluida, en su metodología el primer paso es resumir el contenido de la asignatura y su línea de estudio en un organigrama. Después se hace una pesquisa de textos, videos, animaciones etc.... referentes a la asignatura y que sirvan como material de apoyo. Posteriormente mediante una encuesta para estudiantes de ingeniería mecánica se determina hacia qué tipo de aprendizaje (visual, auditivo, experimental o sensorial) se inclinan los estudiantes.

Se realiza el diseño del REDA basándose en la información recolectada por encuesta y mediante la multiplataforma llamada Qt creator con programación lenguaje C++.

Para finalmente implementar este REDA en la plataforma MOODLE de la universidad no sin antes hacer una explicación de sus módulos e iconos, donde se observa que al finalizar de cada tópico se puede realizar una prueba la cual se evalúa automáticamente.

Entre las recomendaciones más relevantes esta aprovechar los recursos TIC que brinda la universidad, además de actualizar y agregar documentos en esta herramienta para mantenerla completa y actualizada.

En el artículo hecho por Enrique De la Hoz, Efraín De la Hoz y Tomas Fontalvo llamado “Metodología de aprendizaje automático para la clasificación y predicción de usuarios en ambientes virtuales de educación” se toma como estudio un total de 403 usuarios de la plataforma de la universidad tecnológica de Bolívar soportada por medio de Moodle, los usuarios son estudiantes de ingeniería industrial, las variables de estudio son frecuencia de visitas, tiempo activo en la web y desempeño en exámenes, los cuales determinan el nivel de conocimiento del usuario por medio de un análisis estadístico.

Las variables de estudio se extraen a través de un sistema UMS (User Modelling System) el cual rastrea actividad, clics, rutas de navegación y tiempos usados para cada actividad; sistema que puede ser de gran utilidad en la implementación de un banco de evaluaciones para determinar su grado de dificultad y efectividad a través de un análisis estadístico, los resultados fueron:

Se infiere que los alumnos con mayor grado de conocimiento de la materia hacen uso de la plataforma de manera moderada, mientras aquellos con malas notas en el primer examen hacen un uso exhaustivo de está intentando nivelar las notas del segundo examen, creando así un efecto de sobredimensionamiento de esta variable en los resultados.²

²DE-LA-HOZ, Enrique; DE-LA-HOZ, Efraín y FONTALVO, Tomas. Metodología de aprendizaje automático para la clasificación y predicción de usuarios en ambientes virtuales de educación. En: Información tecnológica. SciELO [base de datos en línea].2019, Vol. 30. 8 p (Recuperado en 21 mayo de 2021). Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000100247&script=sci_arttext

Información que sirve para realizar un plan estratégico en torno a los cuadros maestros de evaluación, involucrando al estudiante a hacer parte de la plataforma y del material de estudio desde el momento que empieza el curso.

En la universidad Jorge Tadeo Lozano se puso en práctica un plan piloto de evaluación en línea realizado por Adelina Ocaña, titulado “Cambios en el desempeño de estudiantes de pensamiento matemático desde la evaluación formativa con un banco de preguntas en línea”. El cual fue dirigido a los estudiantes de la asignatura Pensamiento Matemático de 2015-III (587 estudiantes) y 2016-I (601 estudiantes). El banco de preguntas se elaboró a partir de las directrices del instituto nacional para la evaluación de la educación en México;

Se creó un formato de hoja de vida para cada pregunta en el cual se mencionan aspectos fundamentales de cada una, como dominio conceptual, dominio cognitivo, tipo de pregunta, fecha de construcción, persona responsable, fecha de última revisión, persona que la revisa, clave de la pregunta, enunciado de la pregunta, opciones de respuesta, justificación del porqué de cada opción, información y ayudas a incluir en la retroalimentación de cada opción de respuesta. Cada pregunta tiene cuatro opciones de respuesta, cada una de las cuales responde al análisis realizado para los diferentes contenidos, información plasmada en su hoja de vida, que orientó la elaboración de la retroalimentación de cada opción.³

La cantidad de preguntas fueron 350 las cuales atendieron a la cantidad de dominios conceptuales de la asignatura y a los niveles de dificultad; las preguntas correspondientes a cada dominio se pusieron a disposición dos semanas antes de la presentación del examen, mediante pruebas que son calificadas y emiten su nota justo cuando está se envié a la plataforma.

³ OCAÑA, Adelina. *et al.* Cambios en el desempeño de estudiantes de pensamiento matemático desde la evaluación formativa con un banco de preguntas en línea. En: Interdisciplinaria. Revista de psicología y ciencias afines [base de datos en línea].2019, Vol. 36. 16 p (Recuperado en 21 mayo de 2021). Disponible en: <http://www.ciipmeconicet.gov.ar/ojs/index.php?journal=interdisciplinaria&page=article&op=view&path%5B%5D=57>

Después de haberse realizado esta prueba piloto los resultados fueron optimistas, ya que el promedio de notas aumento considerablemente, aunque varios de los estudiantes señalaron que la retroalimentación de las preguntas no fue muy clara y tampoco hubo mucha alineación entre el banco de preguntas y el examen oficial. además, como recomendación recalcaron que deberían dar acceso al banco de preguntas con mayor anterioridad.

Una tesis de pregrado realizada por el estudiante Daytón Agdally titulado “Ingeniería De Software Para El Sistema De Evaluaciones Formativas En La Plataforma DTT, Utilizado En La Escuela De Ingeniería En Ciencias Y Sistemas, Facultad De Ingeniería, Universidad De San Carlos De Guatemala”, el estudiante notó esta problemática, la cual era realizar exámenes o cuestionarios virtuales en la plataforma DTT (Departamento de Transferencia Tecnológica), para así facilitar la creación de pruebas de conocimiento de forma digital. Mediante la digitación de un formulario sencillo estos podrían crear pruebas de diferentes tipos, cambiar la hora de inicio y de finalización del examen y escoger el curso o la sección al cual será aplicada la prueba, esto evita la intervención humana la cual impide errores a la hora de calificar y a su vez es una gran herramienta para que un educador pueda implementarla en su curso.⁴

En este proyecto se concluyó que se debe evaluar la objetividad de los exámenes antes de ser entregados a sus estudiantes, para que así las ponderaciones de la evaluación sean acordes a la dificultad de las preguntas, también observaron que las preguntas de falso y verdadero no deben ser implementadas ya que estas poseen un grado de incertidumbre del 50% del examen solo respondiendo de forma aleatoria, lo cual no valora ningún objetivo y ninguna destreza.

⁴GARCÍA MONTÚFAR, Daytón Estuardo Agdally. Ingeniería de software para el sistema de evaluación formativas en la plataforma DTT, utilizado en la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis de Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2018.

Una tesis de pregrado realizada por el estudiante Carlos Augusto Sánchez Gómez titulado “Implementación de una Metodología de Aprendizaje Conjunta (PBL & EBL) para Satisfacer los Criterios de ABET para Prácticas de Laboratorio en Ingeniería de Fabricación”. Para aumentar la calidad de los egresados de la Universidad Nacional de Colombia se decidió implementar una metodología afín a los criterios que ofrece ABET a fin de que la acreditación del programa de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Mecatrónica, el cual se aplica a los estudiantes que cursan prácticas de laboratorio de Procesos de Manufactura II durante dos semestres seguidos.⁵

Una vez concluido el proyecto se pudo ver que las habilidades duras relacionadas con los criterios ABET se solucionan completamente, respecto al aprendizaje en CNC se concluyó que sus competencias basadas en problemas no tuvieron ningún cambio significativo en el entendimiento de los conceptos, a su vez, no empeoró la construcción de conocimiento.

Respecto al aprendizaje de CAM se notó una optimización al implementar el aprendizaje basado en problemas, donde se mejoró el entendimiento de los conceptos, aumentó el aprendizaje y contribuyó a construir el conocimiento, todo esto siguiendo los lineamientos de ABET traducidos al curso de Procesos de Manufactura II, este proyecto nos muestra la importancia de la implementación de los criterios ABET a los programas académicos y que destaca el entendimiento de los conceptos de los estudiantes a los que se les aplica.

El Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería (ACOFI) publicó un artículo titulado “Estrategias para el Afianzamiento de las Competencias Administrativas en los Ingenieros” donde la Magister en Administración de Negocios Claudia Obando y el Magister en Diseño Elver Carvajal hablan sobre las necesidades de la administración como competencia para estudiantes de ingeniería, ya que presentan ventajas para su entorno laboral al salir como egresados, ellos compartieron algunas de sus experiencia

⁵ SÁNCHEZ GÓMEZ, Carlos Augusto. Implementación de una Metodología de Aprendizaje Conjunta (PBL and EBL) para Satisfacer los Criterios de ABET para Prácticas de Laboratorio en Ingeniería de Fabricación. *Ingeniería Mecánica*. Bogotá, 2018.

aplicando diferentes estrategias didácticas, entre ellas los criterios ABET que fueron incorporados al proceso pedagógico.

Ellos plantearon un modelo donde comparan las competencias aplicadas en la carrera de ingeniería y los criterios de evaluación que plantea ABET para su acreditación, en el cuadro comparativo se muestran temáticas relacionadas con las aptitudes de administración y las competencias que ABET cubre para cada caso, mostrando como estos criterios son adaptativos al trabajo pedagógico que se tiene en ingeniería, donde en este caso, se aplica con fines administrativos.⁶

Este artículo es un aporte al presente proyecto ya que muestra que los criterios ABET son necesarios para mejorar la pedagogía en ingeniería, con el fin de obtener egresados preparados para la vida laboral.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 ¿Qué es ABET?

Para realizar con éxito el cuadro maestro basado en los criterios de ABET es necesario definir que es ABET, de que trata su acreditación y que puntos se trabajan en ella.

Básicamente ABET es una agencia sin ánimo de lucro que se centra en la acreditación de programas centrados en la aplicación de ciencias naturales, computación, ingeniería y tecnología ingenieril. La acreditación ABET brinda seguridad al programa académico ya que garantiza que sus graduados cumplan con todos los estándares de calidad impuestos por la profesión.

Como todo proceso de acreditación, requiere de una revisión para determinar el nivel de cumplimiento del programa académico respecto a unos estándares de calidad definidos.

⁶ PEÑA OBANDO, Claudia Janeth; BONILLA CARVAJAL, Elver Jofre. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS PARA EL AFIANZAMIENTO DE LAS COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS EN LOS INGENIEROS. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. Bogotá. 2016.

Una vez el programa se encuentra acreditado este debe seguir trabajando en sus estándares de calidad para renovarla periódicamente, ya que dicha acreditación no es permanente, esto para asegurar la calidad de los egresados de dicho programa académico. La escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander aún se encuentra en proceso de acreditación ABET.

La acreditación ABET confirma que la experiencia educacional del estudiante cumple con los estándares globales asociados a la formación técnica en su profesión, mejora sus oportunidades laborales debido a que muchas empresas a nivel internacional buscan cada vez más a egresados que hayan sido acreditados por ABET.⁷

Con el fin de evaluar la calidad educacional del programa, ABET establece 8 criterios generales:

1. Estudiantes.
2. Objetivos educacionales del programa.
3. Competencias estudiantiles.
4. Mejoramiento continuo.
5. Currículo.
6. Facultad.
7. Instalaciones.
8. Soporte institucional.

A su vez también existen competencias ABET necesarias para cumplir con los estándares de la carrera a la que se vaya a aplicar, las competencias que trabaja ABET son las siguientes:

⁷ Grupo de Desarrollo de Software Calumet - Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática -Universidad Industrial de Santander. 2021. "UIS - Escuela de Ingeniería Mecánica - Posgrados Y Pregrado - EIM - INGENIERIA MECANICA - EIMWeb - Bucaramanga." Uis.edu.co. 2021. <http://mecanicaxserver.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S79>.

1. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos, mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemática.
2. Capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
3. Habilidad para comunicarse efectivamente en un rango de audiencias.
4. Capacidad de reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y emitir juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
5. Capacidad de desempeñarse efectivamente en un equipo cuyos miembros de manera conjunta proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen metas, planifican tareas y cumplen objetivos.
6. Capacidad para desarrollar y llevar una experimentación adecuada, analizar e interpretar datos y usar juicios de ingeniería para sacar conclusiones.
7. La capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas.

No todos los incisos mostrados anteriormente se van a usar para el curso de Resistencia de Materiales, ya que no cumplen con las competencias del mismo, más adelante se determinarán las competencias que si serán de utilidad para medir la capacidad de los estudiantes de la asignatura.

4.2.2 Asignatura de Resistencia De Materiales y sus tópicos.

Propósitos de la asignatura:

- Formar profesionales idóneos en el análisis en ingeniería, capaces de resolver situaciones reales en elementos de máquinas.

- Determinar el estado de esfuerzo plano en el punto crítico de cualquier elemento de máquina sometido a diferentes tipos de carga.
- Evaluar y calcular deformaciones y desplazamientos en sistemas mecánicos sometidos a cualquier tipo de carga.⁸

Tópicos de la asignatura:

1. Carga axial:

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Clasificación de las cargas.
- 1.3. Definición general de esfuerzo, esfuerzo normal, esfuerzo cortante.
- 1.4. Carga axial: esfuerzo normal y esfuerzo cortante en cualquier plano.
- 1.5. Aplicación al análisis de estructuras simples.
- 1.6. Definición de deformación normal y unitaria bajo carga axial y deformación bajo esfuerzos cortantes.
- 1.7. Propiedades mecánicas de los materiales metálicos.
- 1.8. Ensayo estándar de tracción.
- 1.9. Ley de Hooke, relación de Poisson, comportamiento elástico y plástico. Esfuerzo permisible y factor de seguridad, Concepto de falla.
- 1.10. Efectos de los cambios de temperatura.
- 1.11. Aplicación a sistemas estructurales estáticamente determinados e indeterminados bajo carga axial.

⁸ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA. PLANES DE ESTUDIO: Pregrado, Resistencia de materiales [en línea]. [Consultado: 26 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://mecanicaxserver.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S701>

2. Torsión:

- 2.1. Diagramas de momento torsor.
- 2.2. Esfuerzo cortante por torsión (secciones circulares).
- 2.3. Deformaciones por torsión (secciones circulares).
- 2.4. Esfuerzo y deformación en secciones no circulares.
- 2.5. Aplicación a sistemas estructurales, estáticamente determinados e indeterminados, bajo cargas de torsión.

3. Flexión:

- 3.1. Diagramas de fuerza cortante y momento flector.
- 3.2. Esfuerzo normal por flexión.
- 3.3. Esfuerzo cortante por flexión.
- 3.4. Ecuación de la elástica y cálculo de deflexiones por integración.
- 3.5. Método de momentos de área para el cálculo de deflexiones.
- 3.6. Método de superposición para el cálculo de deflexiones.
- 3.7. Aplicación a sistemas estructurales estáticamente determinados e indeterminados bajo cargas de flexión.

4. Carga y esfuerzos combinados:

- 4.1. Esfuerzo plano: esfuerzos principales y esfuerzo cortante máximo.
- 4.2. Círculo de Mohr para esfuerzos principales y esfuerzo cortante.
- 4.3. Deformaciones principales y ley generalizada de Hooke.
- 4.4. Recipientes de paredes delgadas sometidas a presión interna.
- 4.5. Aplicación a sistemas estructurales estáticamente determinados e indeterminados bajo cargas combinadas.⁹

4.2.3 Banco De Evaluaciones.

Comprende un listado de cuestionarios basados en una asignatura, este posee ejercicios únicos con un mismo nivel de complejidad, con el fin de ser una herramienta docente para evitar el fraude y agilizar el proceso de evaluación de los estudiantes.

4.2.4 MOODLE.

Es una plataforma de aprendizaje diseñada para educadores y estudiantes, la cual sirve como herramienta de apoyo docente, donde se exponen contenidos de la asignatura como material bibliográfico y de multimedia, además de crear espacios virtuales para fomentar el aprendizaje a través de foros, evaluaciones y tareas programadas.

La Universidad Industrial de Santander cuenta con esta plataforma para su Aula Virtual De Aprendizaje, mediante la cual se realizan las evaluaciones en la presencialidad remota.

4.2.5 SIGENEXA.

Sistema de generación de exámenes auto calificables en interacción Matlab-Moodle, por medio de un formato extendido. Este tiene unas variables de entrada (código de MATLAB) y unas variables de salida el cual es un archivo XLM que es el que se sube a la plataforma de MOODLE.

⁹ESCUELA DE INGENIERÍA MECANICA. PLANES DE ESTUDIO: Pregrado, Resistencia de materiales [en línea]. [Consultado: 26 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://mexicaxserver.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S701>

¹⁰Vive UNIR. Educación y aprendizaje por competencias. UNIR. Published April 3, 2020. Accessed June 3, 2021. <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-por-competencias/>

4.2.6 ¿Qué es una competencia?

El concepto de competencia incluye conocimientos, procedimientos, actitudes (saber, saber hacer, saber ser y saber estar) que están relacionados con el desempeño y las prácticas laborales que permiten actuar con eficiencia (ser capaz de encontrar y aplicar la mejor solución posible) y sabiendo elegir la mejor respuesta según los recursos personales, sociales y profesionales.¹⁰

¹⁰Vive UNIR. Educación y aprendizaje por competencias. UNIR. Published April 3, 2020. Accessed June 3, 2021. <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-por-competencias/>

5 CUADRO MAESTRO

Anteriormente en este proyecto de grado se realizó un análisis bibliográfico de distintos tópicos, entre ellos, la acreditación ABET, las competencias que requiere el programa de ingeniería mecánica para alcanzarla, los métodos que se han utilizado para evaluar y mejorar dichas competencias, además del cronograma con los tópicos a evaluar en la asignatura de resistencia de materiales. Con estas herramientas se diseñó un cuadro maestro de la asignatura y un cuadro maestro evaluativo.

En el cuadro maestro de la asignatura se encuentran las competencias que abarca todo el curso de resistencia de materiales y a su vez se relaciona con las competencias ABET que requiere el pregrado de ingeniería mecánica. Esto con el fin de determinar posteriormente una aproximación de cumplimiento cualitativa de cada estudiante con respecto a las competencias ABET en la asignatura y la facultad.

Debido a que, el cuadro maestro de la asignatura, no tiene en cuenta las calificaciones de los estudiantes para determinar un cumplimiento cuantitativo de las competencias ABET, se crea otro cuadro llamado “cuadro maestro evaluativo”, el cual, mediante un cálculo entre las calificaciones del estudiante y las ponderaciones de cada competencia en los tópicos a evaluar, refleja a través de porcentajes el grado de cumplimiento de las competencias en las unidades de la asignatura. Esto colabora a los estudiantes para mejorar continuamente en el reconocimiento de sus propias fortalezas y debilidades, y también de parte del docente el cual mediante estadística puede determinar las competencias que está necesitando reforzar en sus métodos de enseñanza de manera temprana.

5.1 CUADRO MAESTRO DE LA ASIGNATURA

Para la elaboración de este cuadro maestro, primero se redactan ocho competencias que engloben el contenido del curso de resistencia de materiales para posteriormente diseñar

una tabla donde se encuentren dichas competencias y se observe la relación a criterio que guarda con las 7 competencias ABET ubicadas en la sección 4.2.1.

El criterio se basa en un consenso entre los autores y el director de este proyecto docente; donde se exponen los puntos en los cuales hay una relación y se llega a una conclusión que posteriormente es reflejada en el Cuadro Maestro Del Curso, ubicado en el Anexo A.

5.2 CUADRO MAESTRO DE EVALUACIÓN

Para elaborar este cuadro maestro se pensó en 6 competencias fundamentales por unidad que se necesiten para cumplir con el correcto aprendizaje y aprobación del curso; cada competencia se relaciona con un aspecto importante que debe dominar el estudiante, por ejemplo: la primera competencia del primer corte es “Habilidad de aplicar los principios de la resistencia de materiales aplicados a análisis de cargas axiales”, esta competencia la deberían asimilar los estudiantes porque los principios de la resistencia son los conceptos primordiales para entender el comportamiento de las cargas que en este caso son axiales.

5.2.1 Competencias de las unidades de la asignatura

- **Competencias de la primera unidad (Carga axial):**
 1. Habilidad de aplicar los principios de la resistencia de materiales aplicados a análisis de cargas axiales.
 2. Capacidad del estudiante para la clasificación de las cargas y la forma en que estas actúan en la generación de esfuerzos y deformaciones.
 3. Comprender los conceptos de esfuerzo y deformación junto con las relaciones esfuerzo-deformación para materiales lineales, elásticos, homogéneos e isotrópicos.

4. Habilidad para interpretar y analizar los valores y resultados comunes de la prueba estándar de tracción uniaxial y obtener las variables de ingeniería útiles en su labor como ingeniero.
5. Utilizar las propiedades mecánicas de materiales como los módulos de elasticidad y la relación de Poisson para resolver adecuadamente los problemas relacionados con la elasticidad isotrópica.
6. Resolver problemas de estructuras y maquinas simples e identificar los elementos fundamentales involucrados en el diseño mecánico de estructuras y maquinas.

- **Competencias de la segunda unidad (Torsión)**

1. Habilidad del estudiante para aplicar los principios de resistencia de materiales atribuidos al análisis de deformación y problemas estáticamente indeterminados.
2. Habilidad del estudiante para aplicar los principios de resistencia de materiales atribuidos al análisis de torsión.
3. Capacidad del estudiante para identificar e interpretar métodos geométricos para la solución de problemas de deformación y estáticamente indeterminados.
4. Capacidad del estudiante para analizar las áreas y secciones transversales en la generación de esfuerzos y deformaciones de torsión.
5. Utilizar los conceptos de resistencia de materiales como la relación de poisson, la ley de Hooke, principio de Saint-Venant y el momento polar de inercia para resolver adecuadamente problemas relacionados con la ingeniería.
6. Capacidad para resolver problemas de deformación en estructuras estáticamente indeterminadas asimismo resolver ejercicios de deformación angular y torsión e identificar los elementos fundamentales involucrados en el diseño mecánico de estructuras y ejes.

- **Competencias de la tercera unidad (Flexión)**

1. Capacidad del estudiante para graficar el diagrama de fuerza cortante y momento flector donde se identifique la sección crítica de la viga.
2. Habilidad para determinar la carga máxima aplicada a una viga a partir de la comparación con el esfuerzo normal permisible.
3. Utilizar los conceptos de geometría como momento de área, eje neutro y momento de inercia para determinar el esfuerzo normal y cortante en vigas sometidas a flexión.
4. Habilidad para calcular el esfuerzo, fuerza y flujo cortante de los elementos de sujeción a fin de conocer el diámetro requerido para su diseño.
5. Destreza para interpretar y resolver problemas de vigas compuestas por diversos materiales, haciendo uso del índice de rigidez.
6. Facultad de analizar e ilustrar deflexiones por el método de integración y desviaciones tangenciales en la solución de ejercicios de sistemas estáticamente indeterminados.

- **Competencias de la cuarta unidad (Carga combinada)**

1. Habilidad de emplear los principios de la resistencia de materiales aplicados al análisis de carga combinada.
2. Habilidad del estudiante para aplicar los principios de resistencia de materiales aplicados al análisis de potencia.
3. Capacidad del estudiante para identificar la sección y el punto crítico, asimismo la forma en que estas actúan en la generación de esfuerzos, factor de seguridad y carga máxima en estructuras y recipientes a presión.
4. Capacidad del estudiante para trasladar las cargas en el eje y analizar la forma en que estas actúan en la generación de los diagramas de esfuerzos y del diámetro del eje.
5. Utilizar los conceptos de resistencia de materiales como los módulos de elasticidad, el círculo de Mohr y factor de seguridad para resolver adecuadamente los problemas relacionados con la ingeniería.

6. Resolver problemas de carga combinada y de potencia e identificar los elementos fundamentales involucrados en el diseño mecánico de estructuras y ejes.

5.2.2 Cumplimiento.

El cumplimiento es el porcentaje que estima cuantitativamente lo que un estudiante ha asimilado respecto a una competencia siendo 0% más bajo y 100% más alto. Para determinar este porcentaje, se relaciona el plan evaluativo con las competencias por unidad a través de una ponderación asignada a cada competencia por tópico y posteriormente a través de la calificación alcanzada en el mismo, se realiza un cálculo que permita concretar el cumplimiento de las competencias en la unidad a tratar. A continuación, un cálculo de tipo para la primera unidad:

Figura 1. Ponderación Quiz 1, Unidad 1.

CATEGORIA	TOPICO	PONDERACION A CADA COMPETENCIA	COMPETENCIA	EVIDENCIA
PROCEDIMENTAL DIAGNOSTICA	Estática	40%	1	Q1. P1
		30%	2	
		0%	3	
		0%	4	
		0%	5	
		30%	6	

Fuente: Propia.

En la columna “COMPETENCIA” de la Figura 1 se encuentran enumeradas las 6 competencias que se crearon para la primera unidad, a su izquierda en la columna “PONDERACIÓN A CADA COMPETENCIA” se ubica el porcentaje (concedido a criterio de los autores de este proyecto) por cada una de las competencias respecto al tópico a evaluar que en este caso es “Estática”.

Como siguiente paso se determina el grado de cumplimiento de cada competencia respecto al t3pico, mediante la multiplicaci3n entre la calificaci3n obtenida y la ponderaci3n de la competencia tal como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Grado de cumplimiento de un t3pico.

Calificaci3n asignada por indicador	COMPETENCIA	grado de cumplimiento
5	1	2
	2	1.5
	3	0
	4	0
	5	0
	6	1.5

Fuente: Propia.

Por lo tanto, el grado de cumplimiento esta dado por la siguiente ecuaci3n:

$$GC = PC * CA$$

Donde:

GC: Grado de cumplimiento.

PC: Ponderaci3n de la Competencia.

CA: Calificaci3n Asignada.

Asumiendo que la nota alcanzada en el primer t3pico es 5 y utilizando los datos de la Figura 1 y 2, el proceso para conocer el grado de cumplimiento para la competencia 1 del t3pico "Estática" es el siguiente:

$$GC = 0.4 * 5 = 2$$

Despu3s de calcular el grado de cumplimiento para todos los t3picos, se procede a determinar el cumplimiento de toda la unidad, as3:

Figura 3. Cálculo del cumplimiento de la Unidad.

COMPETENCIA	QUICES		PARCIALES		variable	constante
	PONDERACION	NOTA	PONDERACION	NOTA		
1	30%	1.5	10.00%	0.5	2	2.00
2	20%	1.00	10.00%	0.5	1.5	1.50
3	11%	0.56	20.00%	1	1.56	1.56
4	6%	0.31	20.00%	1	1.31	1.31
5	11%	0.56	20.00%	1	1.56	1.56
6	21%	1.06	20.00%	1	2.06	2.06

Fuente: Propia.

En la Figura 3 se puede ver 6 columnas: dos de “QUICES”, dos de “PARCIALES”, variable y constante.

En la columna “PONDERACION” de “QUICES” se encuentra el promedio de las ponderaciones para cada competencia correspondiente, por ejemplo, para la competencia 1:

$$C1 = \frac{40\% + 40\% + 15\% + 25\%}{4} = \frac{120\%}{4} = 30\%$$

Donde, la ponderación de la competencia 1 en el tópico “Estática ” es 40%, en el tópico “Deformación normal y carga axial” es 40%, en “Esfuerzo cortante en pasadores” es 15% y en “Propiedades mecánicas” es 25% (las anteriores se pueden observar en el Anexo B)

Por otro lado, en la columna “NOTA” de “QUICES” se encuentra el promedio del grado de cumplimiento para cada competencia correspondiente, por ejemplo, para la competencia 1:

$$N1 = \frac{2 + 2 + 0.75 + 1.25}{4} = \frac{6}{4} = 1.5$$

Donde, el grado de cumplimiento para la competencia 1 en el tópico “Estática ” es 2, en el tópico “Deformación normal y carga axial” es 2, en “Esfuerzo cortante en pasadores”

es 0.75 y en “Propiedades mecánicas” es 1.25 (las anteriores se pueden observar en el Anexo B)

De manera similar, se repite el procedimiento para las demás 5 competencias.

Por otro lado, la columna “variable” corresponde al resultado de la suma de las columnas “NOTA” de “PARCIALES” y “QUICES”

$$V = VNQ + VNP$$

Donde:

V: Variable.

VNQ: Valor Numérico de Quices.

VNP: Valor Numérico de Parciales.

Por lo tanto, el valor de la “variable” para la competencia 1 es la suma de “NOTA” de “QUICES” (0.9) con la “NOTA” de “PARCIALES” (0.3)

$$V = 0.9 + 0.3 = 1.2$$

En ese orden de ideas, para la columna “constante” el procedimiento es idéntico al anterior, pero su rol es diferente, ya que es un valor que no depende de la nota alcanzada por el estudiante, se calcula suponiendo que siempre la nota alcanzada por el estudiante será 5 en todos los quices y parciales. Todo lo anterior para lograr calcular matemáticamente el porcentaje que se alcanzó con respecto al ideal, a través de la siguiente formula:

$$CM = \frac{V}{C}$$

Donde:

CM: Competencia.

V: Variable.

C: Constante

Figura 4. Competencias Primera Unidad.

NUMERO COMPETENCIA	COMPETENCIAS DE LA PRIMERA UNIDAD	Cumplimiento
1	Habilidad de aplicar los principios de la resistencia de materiales aplicados a análisis de cargas axiales.	100%
2	Capacidad del estudiante para la clasificación de las cargas y la forma en que	100%
3	Comprender los conceptos de esfuerzo y deformación junto con las relaciones	100%
4	Habilidad para interpretar y analizar los valores y resultados comunes de la prueba	100%
5	Utilizar las propiedades mecánicas de materiales como los módulos de elasticidad	100%
6	Resolver problemas de estructuras y máquinas simples e identificar los elementos	100%

Fuente: Propia.

El cálculo para la primera competencia en la primera unidad encontrada en la Figura 4 es el siguiente:

$$CM = \frac{2}{2} = 100\%$$

Donde el numerador corresponde al valor “variable” y el denominador al valor “constante”, los cuales se pueden observar en la Figura 3 para la primera competencia.

El proceso anterior es un cálculo de tipo para todas las unidades y competencias de la asignatura de resistencia de materiales y tiene como finalidad el afianzar el proceso de retrospcción del estudiante respecto a su aprendizaje, para lograr identificar sus deficiencias y reforzar sus habilidades.

5.2.3 Rangos de Calificación

Los rangos de calificación son aquellos que ayudan a valorar el esfuerzo del estudiante respecto a la solución de un examen, la finalidad de esto es agrupar en niveles a los alumnos para brindarles una nota equivalente a su desempeño. Por esto, se diseñaron 4

“Tiers” en el cuadro maestro de evaluación que facilita la asignación de la calificación merecida por el estudiante, los niveles fueron asignados como: Insatisfactorio (0.0 – 2.0), En Desarrollo (2.0 – 3.5), Aceptable (3.5 – 4.5), Excelente (4.5 – 5.0).

Figura 5. Rango de Calificación del tópicó “Estática”.

Niveles y Rangos de calificación			
Nivel 4	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
Excelente	Aceptable	En Desarrollo	Insatisfactorio
[4.5 – 5.0]	[3.5 – 4.5]	[2.0 - 3.5]	[0.0 – 2.0]
Realiza correctamente el DCL y realiza correctamente el calculo de fuerzas y momentos en estructuras y maquinas	Realiza correctamente el DCL , plantea correctamente el sistema de ecuaciones pero no realiza correctamente el calculo de fuerzas y momentos en estructuras y maquinas	Realiza correctamente el DCL , plantea erroneamente el sistema de ecuaciones y no realiza correctamente el calculo de fuerzas y momentos en estructuras y maquinas	No realiza el DCL de forma correcta, el calculo de las de fuerzas y momentos en estructuras y maquimas se hace erroneamente

Fuente: Propia.

Como ejemplo podemos observar la Figura 5 la cual está dividida en 4 niveles como se mencionó anteriormente, cabe mencionar que los requisitos de cada nivel fueron discutidos y hechos exclusivamente por los autores de este proyecto con supervisión del su director, esto para agrupar objetivamente a los estudiantes que cumplan con las exigencias del curso.

Para este tópicó en específico se tiene que, si el estudiante no realiza el DCL correctamente y no hace ningún tipo de cálculo, la nota que merece está en el rango de (0.0 – 2.0) y su desempeño es “Insatisfactorio”, si realiza correctamente el DCL, pero el sistema de ecuaciones y los cálculos lo realiza de manera errónea, la nota aplicada se encuentra en el rango de (2.0 – 3.5) y su desempeño es “En Desarrollo”. En cambio, si el estudiante realiza correctamente el DCL y el sistema de ecuaciones, pero no realiza el cálculo de fuerzas y momentos la nota que merece se encuentra en el rango de (3.5 – 4.5), y si realiza todo el ejercicio correctamente su nota esta entre (4.5 – 5.0).

Los rangos de calificación funcionan de la misma manera para cualquier cuestionario e igualmente para los parciales del curso.

6 BANCO DE EVALUACIONES

Es una base de datos en la cual están recopilados una cantidad considerable de cuestionarios, donde cada cuestionario contiene un enunciado, unas preguntas y una solución, de tal forma que desarrolle un plan evaluativo de una asignatura o tema.

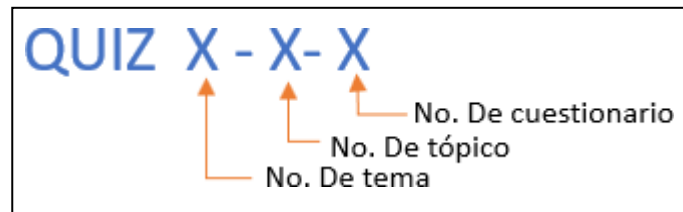
Para el banco de evaluaciones de resistencia de materiales elaborado en este trabajo de grado, los cuestionarios se encuentran clasificados según el tópico y el tema de la asignatura, los cuales se jerarquizan de acuerdo al cronograma planteado por la escuela de ingeniería mecánica, de la siguiente manera:

1. Carga axial
 1. Estática
 2. Esfuerzo normal
 3. Esfuerzo cortante en pasadores
 4. Propiedades mecánicas
2. Torsión
 1. Sistemas estáticamente indeterminados
 2. Sistemas con temperatura
 3. Esfuerzo por torsión
 4. Deformación por torsión
3. Flexión
 1. Diagrama de corte y momento
 2. Vigas compuestas
 3. Elementos de sujeción
 4. Deformación por flexión
4. Carga combinada
 1. Estado general de esfuerzos
 2. Círculo de Mohr
 3. Carga combinada

4. Potencia

Por lo tanto, la asignatura cuenta con 4 temas, donde cada tema cuenta con 4 tópicos y cada tópico con 10 cuestionarios. Haciendo un total de 160 cuestionarios para toda la asignatura de resistencia de materiales. Los cuestionarios poseen la siguiente nomenclatura:

Figura 6. Nomenclatura de los cuestionarios.



Fuente: Propia.

Por ejemplo, el QUIZ 3-2-4 corresponde al cuestionario 4, del tópico 2 (vigas compuestas), del tema 3 (Flexión).

Los cuestionarios se recopilaban mediante la reconfiguración de ejercicios propuestos en libros o talleres, parciales y quices de semestres anteriores. Esta reconfiguración consistió en cambiar algunos datos genéricos del ejercicio como su geometría o las variables del mismo para evitar al máximo que los estudiantes puedan hacer fraude.

Dichos cuestionarios deben contener preguntas de tipo calculadas y estar garantizados de poder ser resueltos para cada uno de los datos individualizados, que en este caso se prevé que sean 41 datos ya que es el número estándar de estudiantes que cursan por salón la asignatura de resistencia de materiales.

6.1 FASE DE RECOPILOCIÓN:

En esta fase se hace una selección de 10 ejercicios por tópico, basados en diferentes fuentes bibliográficas como: libros, exámenes y guías de semestres anteriores. Para a partir de esos ejercicios, realizar una variación en la geometría, en los datos o en las

preguntas del ejercicio, por último, elaborar un cálculo de tipo donde se resuelva el ejercicio con su nueva configuración.

6.2 FASE DE PROGRAMACIÓN

Se programa la solución de cada uno de los ejercicios en un “*live script*” de Matlab, en la cual se ingresan a través de vectores los 41 datos individualizados por variable de entrada como se ve en la Figura 7, se programa un bucle mediante la función “*for*” que resuelva el ejercicio para cada uno de los datos y se elabora una matriz de variables de entrada y salida por la cantidad de datos individualizados (Figura 8) para posteriormente exportarla en un archivo Excel denominado con la nomenclatura del quiz, mediante la función de la Figura 9.

Figura 7. Variables de entrada del QUIZ 3-1-4.

```
d_entrada=1:0.15:7  
Sy_entrada=40:8:360
```

Fuente: Propia.

Figura 8. Matriz del QUIZ 3-1-4.

```
for i=1:41  
    m(i,1)=d_entrada(1,i);  
    m(i,2)=Sy_entrada(1,i);  
    m(i,3)=Wsolucion(1,i);  
    m(i,4)=V1_sol(1,i);  
    m(i,5)=M2_sol(1,i);  
end
```

Numero de datos individualizados
Variables de entrada
Variables de salida

Fuente: Propia.

Figura 9. Función para exportar la Matriz del QUIZ 3-1-4.

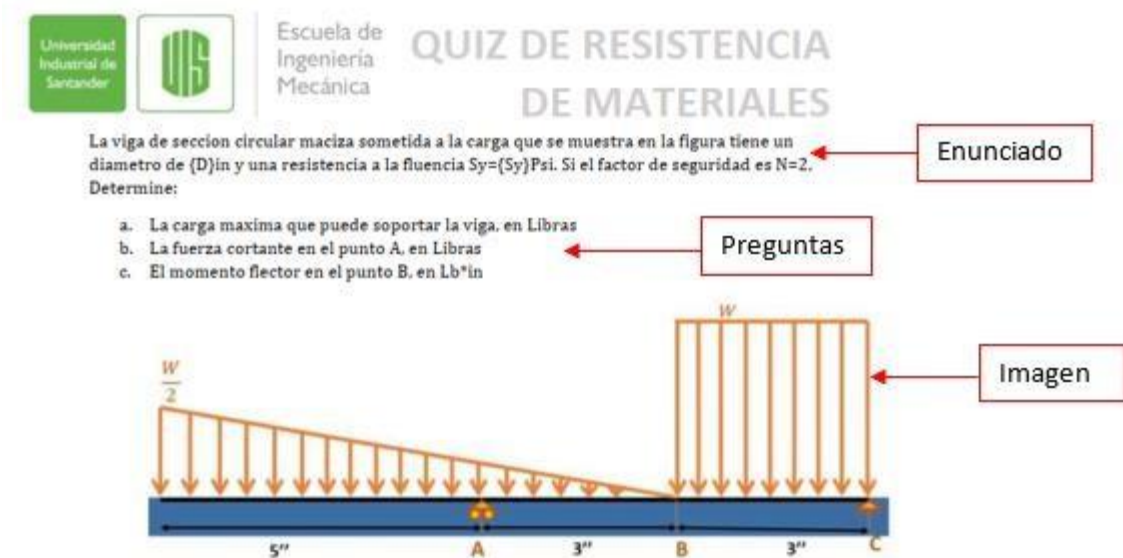
```
T=array2table(m)
writetable(T,'QUIZ 3-1-4.xls','sheet',1,'range','A1');
```

Fuente: Propia.

6.3 FASE DE PLANTEAMIENTO

Se registra el cuestionario en un archivo PDF, organizado así: primero el enunciado con las variables enmarcadas en corchetes, después las preguntas con las unidades requeridas, debajo la imagen, más adelante en una página contigua, la tabla de los datos de entrada y en la última página, la tabla con las respuestas tal como se ve en las siguientes figuras.

Figura 10. Estructura inicial PDF QUIZ 3-1-4.



Fuente: Propia.

Figura 11. Tabla de datos PDF QUIZ 3-1-4.

Estudiante	d	Sy
1	2	40
2	2.3	48
3	2.6	56
4	2.9	64
5	3.2	72



Fuente: Propia.

Figura 12. Tabla de respuestas PDF QUIZ 3-1-4.

HOJA EXCLUSIVA PARA EL DOCENTE. CONTIENE LAS RESPUESTAS DEL EXAMEN

Estudiante	W	V	M
1	3.17	-5.46	-0.27
2	5.79	-9.96	-0.48
3	9.76	-16.78	-0.82
4	15.49	-26.82	-1.30
5	23.41	-40.23	-1.96
6	34.03	-58.49	-2.85
7	47.91	-82.34	-4.01
8	65.64	-112.82	-5.49
9	87.89	-151.06	-7.35



Fuente: Propia.

6.4 FASE DE TOLERANCIA:

Una cierta cantidad de error ocurrirá inevitablemente entre el valor de respuesta calculado por los estudiantes y el valor verdadero arrojado por Matlab, el rango permitido de ese error se da por la tolerancia que, en este caso al tener una amplia cantidad de datos, se opta por que sea tolerancia relativa, la cual consiste en la siguiente formula:

$$L = V * t \pm V$$

Donde:

L = limite inferior o superior

t = tolerancia relativa

V = valor verdadero

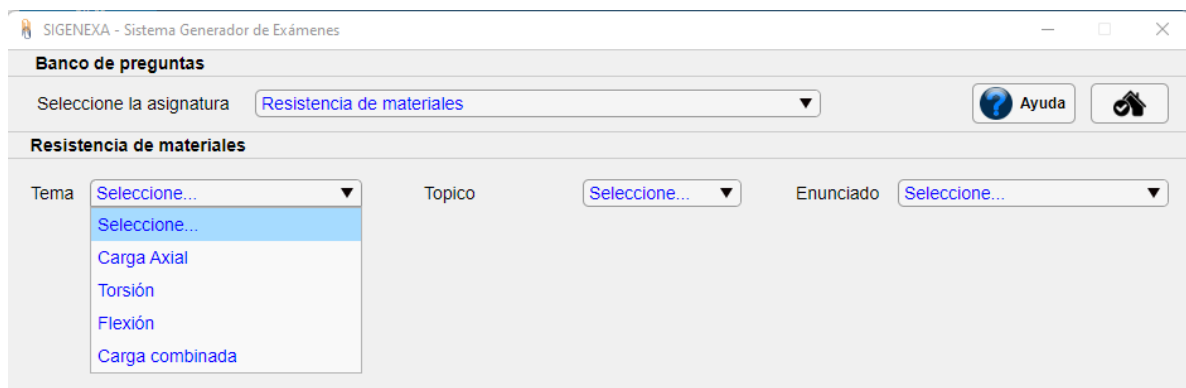
El limite es el valor de la respuesta calculado manualmente con aproximaciones de dos decimales. El valor verdadero lo arroja Matlab en la *fase de programación*.

6.5 FASE DE CONSIGNACIÓN

Este banco de evaluaciones se agrega al software de generación automática de exámenes SIGENEXA, mediante el “*módulo de banco de parciales*”, el cual se basa en proporcionar los cuestionarios del banco, bien sea en formato de texto o digital, a través de una pequeña pesquisa realizada por el usuario. Lo cual permite que los cuestionarios sean más asequibles y se puedan aplicar con mayor facilidad por parte de los docentes.

Para lograr que el banco de parciales de la asignatura de resistencia de materiales se incluya en el “*módulo de banco de parciales*” de SIGENEXA, es necesario modificar el código fuente de la interfaz del software, donde se agreguen los parámetros de entrada de la asignatura para acceder a los cuestionarios, es decir, se agreguen los temas y los tópicos de la asignatura como se observa en la Figura 13 y la Figura 14.

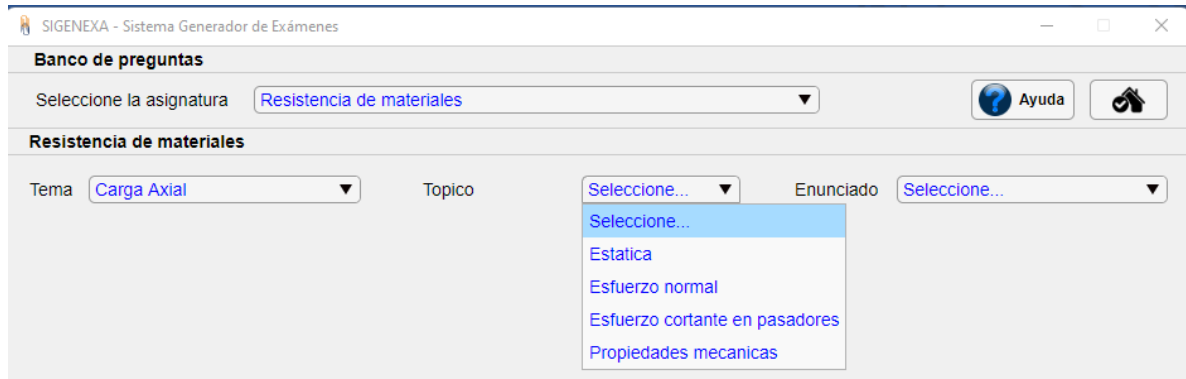
Figura 13. Temas de la asignatura en SIGENEXA.



The screenshot shows the SIGENEXA - Sistema Generador de Exámenes interface. At the top, there's a title bar with the application name and standard window controls. Below that, a section titled 'Banco de preguntas' contains a dropdown menu for 'Seleccione la asignatura' with 'Resistencia de materiales' selected. To the right are 'Ayuda' and home icons. Below this, a section titled 'Resistencia de materiales' contains three dropdown menus: 'Tema' (with a list of options: 'Seleccione...', 'Carga Axial', 'Torsión', 'Flexión', 'Carga combinada'), 'Topico' (with 'Seleccione...' selected), and 'Enunciado' (with 'Seleccione...' selected).

Fuente: Propia.

Figura 14. Tópicos de Carga Axial en SIGENEXA.



Fuente: Propia.

Posteriormente se deben agregar cada uno de los cuestionarios en el código fuente donde es necesario una variedad de documentos y datos, los cuales son:

1. El enunciado.
2. Las preguntas con su respectiva puntuación.
3. La Descripción de la solución.
4. El enunciado en lenguaje HTML.
5. La tolerancia relativa.
6. La Imagen del ejercicio.
7. El archivo de texto con la matriz enunciada en la “fase de programación”.
8. El Archivo PDF de la “fase de planteamiento”.
9. La imagen del ejercicio codificada en Base 64.

6.6 FASE DE PRUEBA:

Esta fase consiste en importar cada uno de los ejercicios a la plataforma Moodle donde se prueban los siguientes criterios:

- Lectura legible
- Tolerancia y calificación correspondiente
- Datos individualizados

6.7 FASE DE EXPORTACIÓN:

Después de realizar la prueba de cada ejercicio, se procede a exportar la interfaz de SIGENEXA en un ejecutable que se pueda instalar en cualquier computador sin necesidad de tener MATLAB. En este ejecutable se podrá elegir la asignatura de resistencia de materiales con sus temas, tópicos y ejercicios, para posteriormente ser descargados como archivos (.XML) y así lograr importarlos a la plataforma de MOODLE por parte del docente.

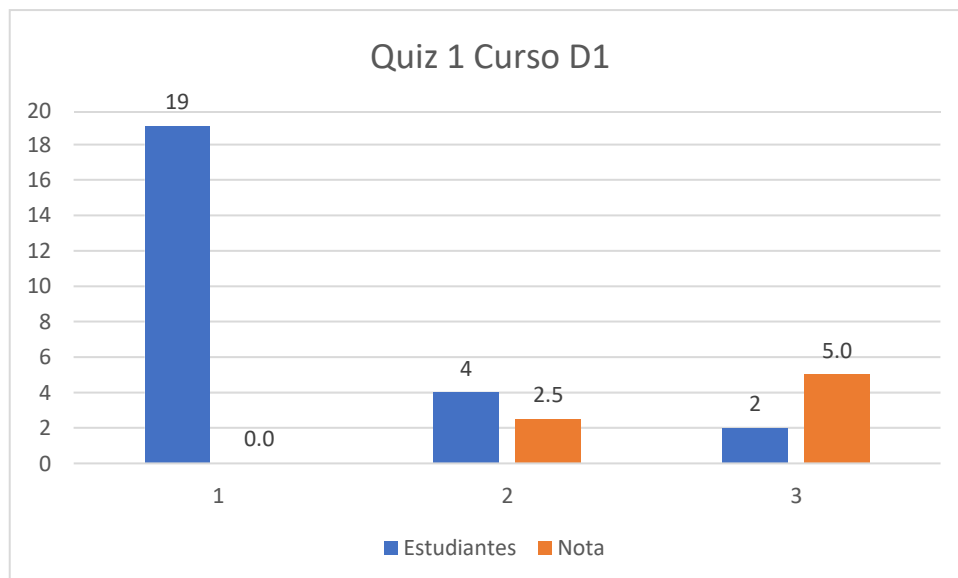
7 RESULTADOS

Debido a la anormalidad académica que se presentó en el semestre de aplicación de la fase piloto de este proyecto, no se logró realizar la cantidad total de cuestionarios que se tenía previsto, es por ello que se decidió realizar dos análisis de resultados, uno encaminado a la muestra obtenida y otro hacia resultados hipotéticos obtenidos mediante una función aleatoria en Excel.

7.1 Análisis de la Muestra Obtenida

A dos grupos del curso de Resistencia de Materiales se les ha aplicado dos cuestionarios para evaluar lo aprendido al inicio del curso. Estos dos cuestionarios comprenden el tópico de “Estática” y “Carga Axial” de la primera unidad, dando un total de 4 exámenes aplicados. Los resultados que arroja el informe de la plataforma Moodle se pueden observar en el Anexo C.

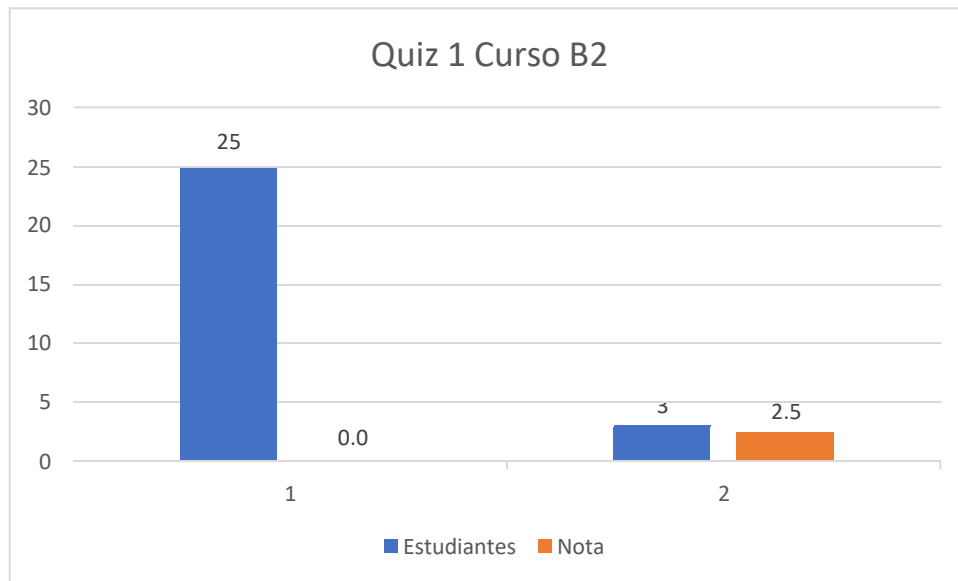
Figura 15. Quiz de Estática aplicada al curso D1.



Fuente: MOODLE.

En la Figura 15 se encuentran agrupadas 3 series, en la primera se observa que 19 estudiantes sacaron 0.0, en la segunda 4 estudiantes sacaron 2.5 y en la tercera 2 estudiantes sacaron 5.0. Este resultado se debe a que una gran parte del estudiantado no llega con las suficientes bases para afrontar los exámenes que se aplican durante el semestre, aunque, se espera que su rendimiento académico mejore paulatinamente.

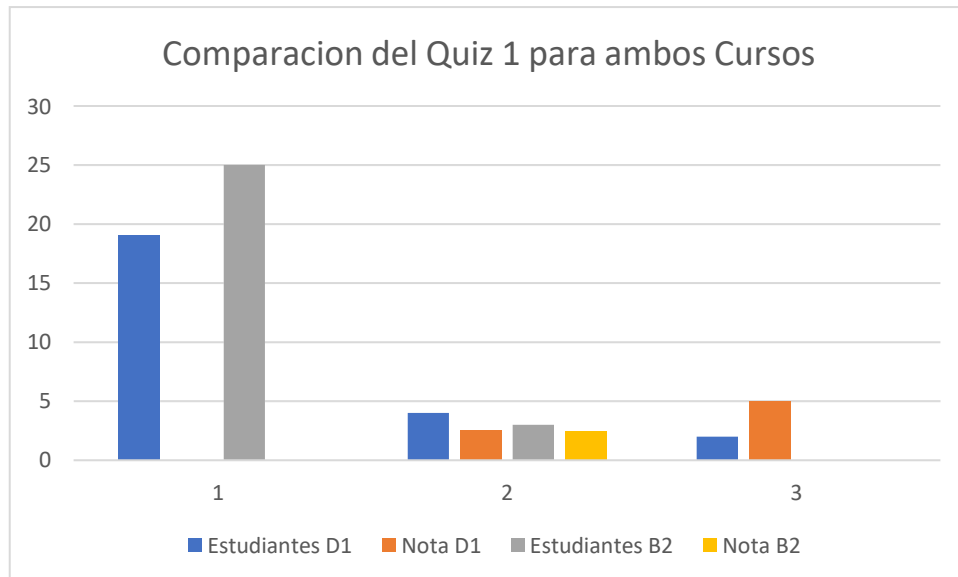
Figura 16. Quiz de Estática aplicado al curso B2.



Fuente: MOODLE.

En el curso B2 de la asignatura Resistencia de Materiales de la Figura 16 se puede notar con facilidad que el rendimiento académico de los estudiantes es bajo, siendo que: 25 estudiantes sacaron 0.0 y 3 estudiantes obtuvieron 2.5, asimismo se espera que el rendimiento crezca con la metodología aplicada.

Figura 17. Comparativa de ambos cursos en el Quiz Estática.

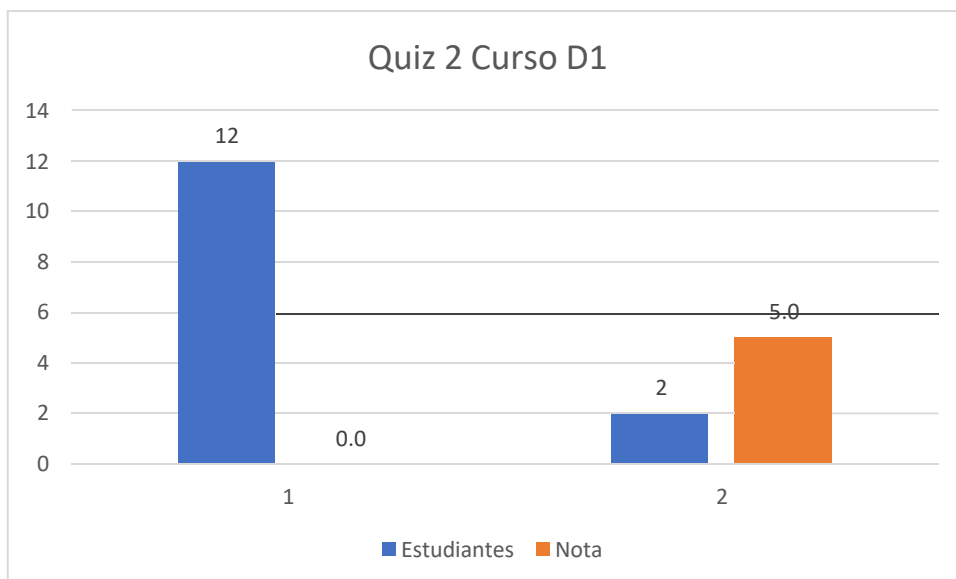


Fuente: MOODLE.

En la Figura 17 se puede ver una comparativa del rendimiento estudiantil de ambos cursos respecto al cuestionario de estática, siendo los colores azul y naranja los que denotan a los Estudiantes y las Notas del curso D1 respectivamente, igualmente, los colores gris y amarillo denotan los Estudiantes y la Nota del curso B2 respectivamente. Con esto podemos decir que al salón D1 les fue mejor en este examen.

Se realizó un segundo cuestionario que abarca el tema de “Carga Axial” a los mismos 2 salones nombrados anteriormente.

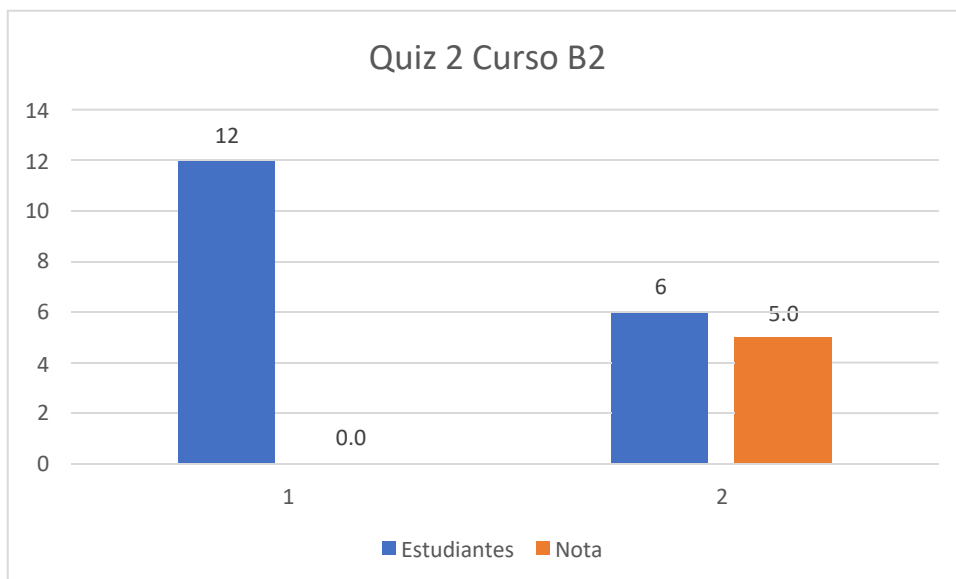
Figura 18. Quiz de Carga Axial aplicado al curso D1.



Fuente: MOODLE.

En la Figura 18 se puede notar una disminución en el número de estudiantes que presentan el examen, a su vez, la cantidad de alumnos que conservan una calificación perfecta de 5.0 se mantiene constante. El número de alumnos que obtuvieron una calificación de 0.0 fue de 12 y únicamente 2 estudiantes obtuvieron 5.0.

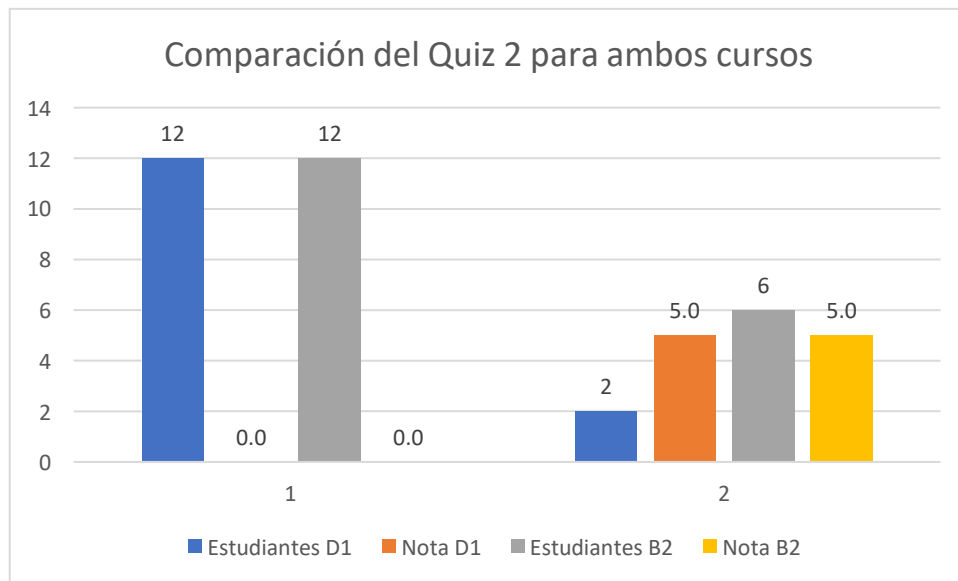
Figura 19. Quiz de Carga Axial aplicado al curso B2.



Fuente: MOODLE.

En el caso de la Figura 19, y de igual manera, se observa una disminución en la cantidad de estudiantes que presenta el examen, sin embargo, es notable que 6 estudiantes obtuvieron una calificación perfecta de 5.0, lo que se puede interpretar como una leve mejoría en el rendimiento académico del curso.

Figura 20. Comparativa de ambos cursos en el Quiz Carga Axial.



Fuente: MOODLE.

Se puede notar en la Figura 20 que: el mismo número de alumnos obtuvieron la nota más baja “0.0” y que más estudiantes del curso B2 fueron calificados con “5.0”, con esto podemos ver que el curso B2 cuenta con mayor capacidad para incrementar el rendimiento académico.

7.2 Resultados Hipotéticos

Teniendo como base los resultados obtenidos en los dos primeros tópicos del salón D1 del curso de resistencia de materiales periodo 2022-1, mediante la función “ALEATORIO” de Excel se logró hacer una simulación de calificaciones para todos los demás cuestionarios que comprenden el contenido de la asignatura.

Esta función consiste en la elección aleatoria de un valor entre un rango determinado por el usuario, en el caso de este proyecto el rango de valores corresponde a la nota que puede obtener un estudiante en los cuestionarios, es decir de 0.0 a 5.0.

La ecuación se escribe de la siguiente manera:

$$= ALEATORIO() * (b - a) + a$$

Donde:

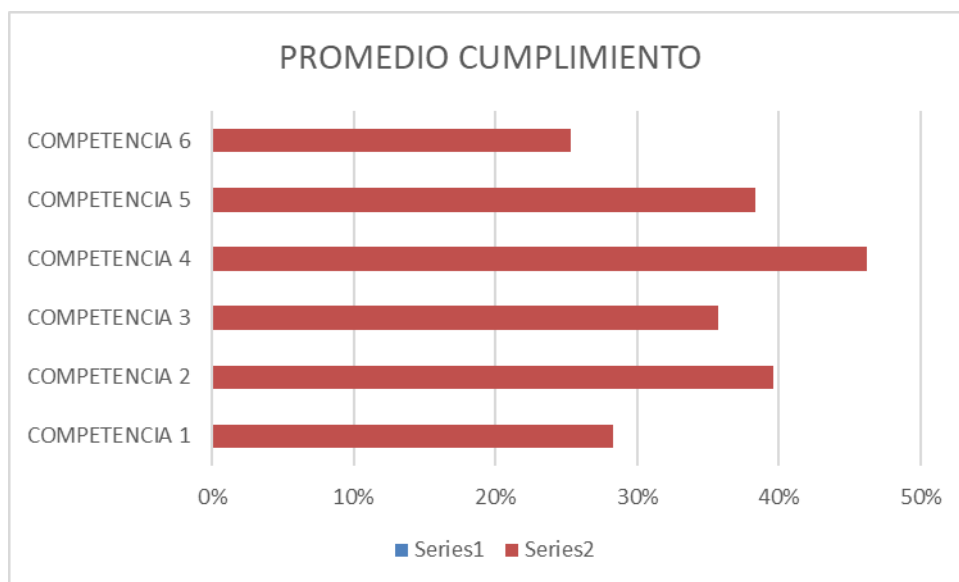
b: límite superior del rango (5)

a: límite inferior del rango (0)

La lista de calificaciones se encuentra en el Anexo D y los resultados fueron los siguientes:

7.2.1 Promedio de cumplimiento por unidad

Figura 21. Promedio de Cumplimiento Primera Unidad.



Fuente: Propia

Mediante la anterior figura, el docente puede identificar que las competencias con mayor porcentaje de cumplimiento son las competencias 4 y 2, las cuales al observarse en el cuadro maestro evaluativo son:

4. Habilidad para interpretar y analizar los valores y resultados comunes de la prueba estándar de tracción uniaxial y obtener las variables de ingeniería útiles en su labor como ingeniero.

2. Capacidad del estudiante para la clasificación de las cargas y la forma en que estas actúan en la generación de esfuerzos y deformaciones.

Es decir que los métodos de enseñanza encaminados a dichas competencias están funcionando correctamente.

Pero, por otro lado, es necesario reforzar las competencias con menor porcentaje promedio como lo son las competencias 6 y 1:

6. Resolver problemas de estructuras y maquinas simples e identificar los elementos fundamentales involucrados en el diseño mecánico de estructuras y maquinas; p.ej. qué criterio de falla/factor de seguridad al ser utilizados en diferentes aplicaciones y análisis de fallas.

1. Habilidad de aplicar los principios de la resistencia de materiales aplicados a análisis de cargas axiales.

Figura 22. Promedio de Cumplimiento Segunda Unidad.



Fuente: Propia

En esta unidad se puede observar claramente donde se encuentra el fallo del aprendizaje en los estudiantes y donde el docente debe enfatizar más en sus clases. Ya que las únicas competencias que no están en el mismo nivel de promedio son 6 y 5, las cuales corresponden a:

6. Facultad para resolver problemas de deformación en estructuras estáticamente indeterminadas, resolver ejercicios de deformación angular y torsión e identificar los elementos fundamentales involucrados en el diseño mecánico de estructuras y ejes.
5. Utilizar los conceptos de resistencia de materiales como la relación de poisson, la ley de Hooke, principio de Saint-Venant y el momento polar de inercia para resolver adecuadamente problemas relacionados con la ingeniería.

Figura 23. Promedio de Cumplimiento Tercera Unidad.



Fuente: Propia

En la unidad 3, existe un porcentaje alto de diferencia entre la competencia 5 con respecto a las demás competencias, esto quiere decir claramente que los estudiantes no están siendo correctamente orientados hacia la interiorización de dicha competencia.

Para mejorar el rendimiento, es necesario primero identificar la competencia en el cuadro maestro: “Destreza para interpretar y resolver problemas de vigas compuestas por diversos materiales, haciendo uso del índice de rigidez.” Posteriormente se plantea métodos de enseñanza tales como: plantear más ejercicios en clase que incluyan diversos materiales, explicar conceptos con ejemplos, etc. Finalmente se aplican dichos métodos y se determina si hay una mejoría en dicho ámbito.

Figura 24. Promedio de Cumplimiento Cuarta Unidad.

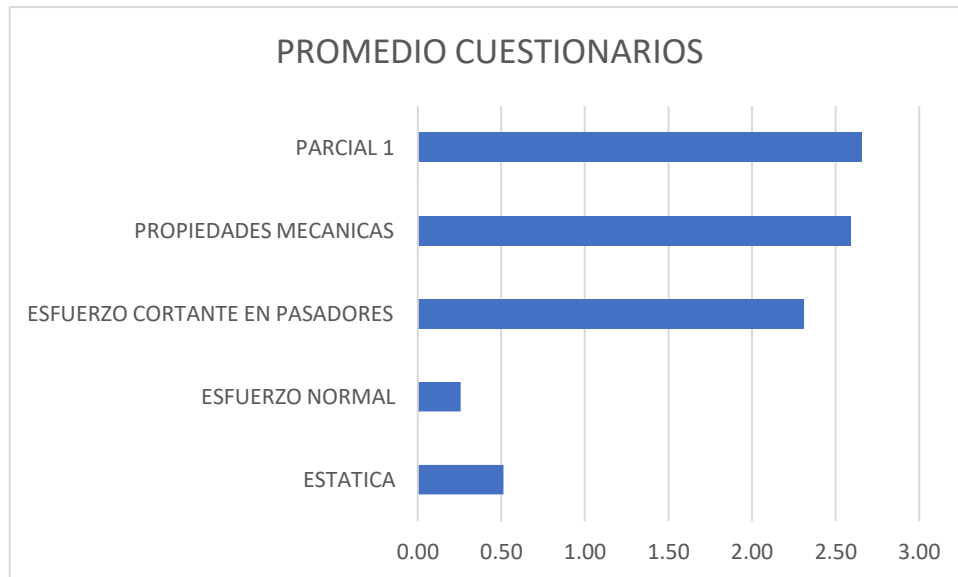


Fuente: Propia

En esta última unidad ocurre la misma grafica que la anterior, esto afirma que el profesor no está tomando en cuenta todos los tópicos de las unidades equitativamente, por lo tanto, es otro punto que se debe replantear y mejorar.

7.2.2 Promedio de cuestionarios por unidad

Figura 25. Promedio de Cuestionarios Primera Unidad.



Fuente: Propia

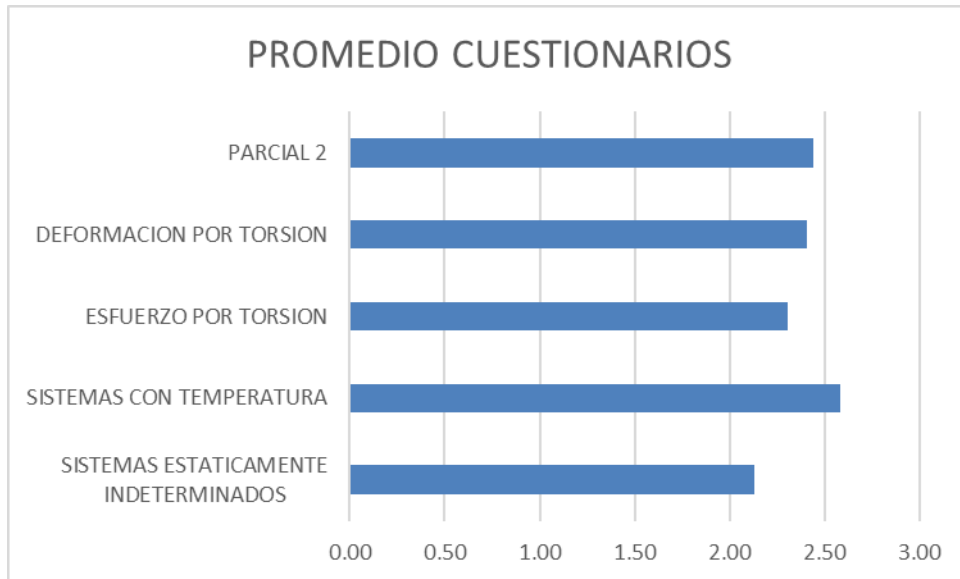
El promedio de los cuestionarios de primer y segundo tópico son los más bajos, eso explica porque el cumplimiento de la competencia 1 y 6 de la Figura 21.

Con la información cruzada entre la Figura 21 y 25 el profesor puede identificar lo siguiente:

- Uno de los principios de resistencia de materiales que tienen más problema los estudiantes es el cálculo de la estática.
- Los estudiantes no comprendieron totalmente como resolver problemas de estructuras y maquinas simples sometidas a esfuerzo normal.

Con las anteriores conclusiones el profesor puede tomar decisiones para enfocar la dirección de sus métodos de enseñanza.

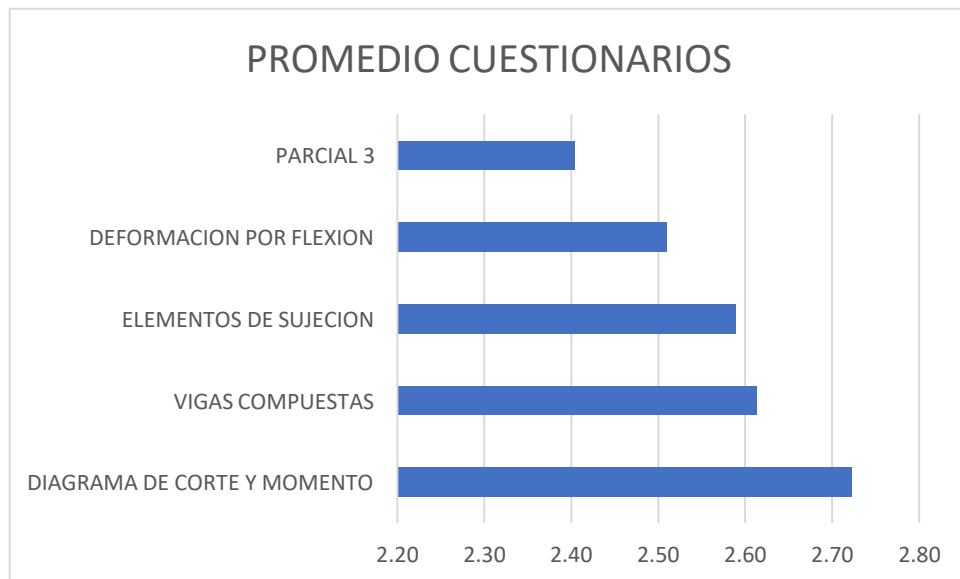
Figura 26. Promedio de Cuestionarios Segunda Unidad.



Fuente: Propia

Al cruzar la información de esta figura con la Figura 22, se encuentra que solo el tópico esfuerzo de torsión, tiene una mayor ponderación para la competencia 5, lo cual quiere decir que se debe reforzar los conceptos para el cálculo de esfuerzo de torsión como el momento polar de inercia y el principio de superposición.

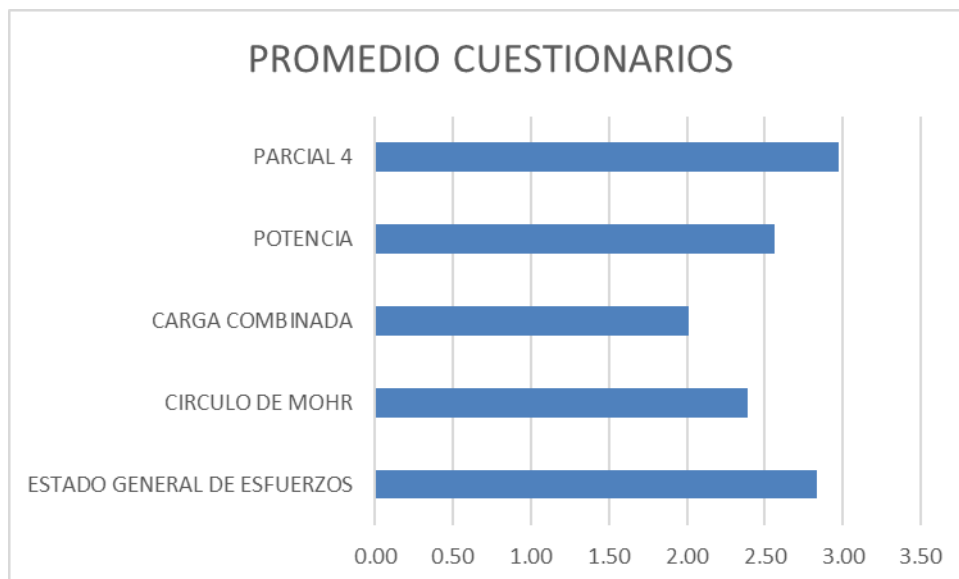
Figura 27. Promedio de Cuestionarios Tercera Unidad.



Fuente: Propia

Esta imagen posee una peculiaridad, porque a medida que transcurre la unidad, las notas de los estudiantes van disminuyendo, lo cual indica que pudo ocurrir una irregularidad académica durante este periodo, además se observa que la competencia 5 no obtuvo un buen cumplimiento solo debido al parcial porque el promedio de calificación del tópico 2 no fue tan bajo y el único cuestionario además del parcial que incluye a la competencia 5 en el cumplimiento es el tópico 2.

Figura 28. Promedio de Cuestionarios Cuarta Unidad.



Fuente: Propia

En esta última unidad se observa la relación que existe entre el cuestionario de carga combinada y círculo de morh con la competencia 5 ya que son los tópicos que tienen mayor ponderación con respecto a esta competencia y así como en la Figura 24, la competencia 5 no obtuvo un buen resultado, en esta figura dichos tópicos tampoco lo obtuvieron, con lo cual se puede concluir que se debe reforzar los conceptos de resistencia encaminados principalmente a los tópicos anteriormente mencionados.

8 CONCLUSIONES

- Con el cuadro maestro evaluativo el docente puede reconocer fácilmente las falencias entre la enseñanza y la recepción del aprendizaje por parte de los estudiantes.
- Las TIC permiten no solo agilizar el proceso de evaluación de los estudiantes, también logra brindar una atención personalizada para cada uno de los alumnos, ya que, a través de los cuadros maestros, el estudiante sencillamente ingresando sus calificaciones puede determinar sus falencias no solo a nivel de las unidades, sino también de la asignatura e incluso de la carrera.
- Matlab es una herramienta con múltiples funciones que permitió en este trabajo de grado, elaborar desde pequeños ejercicios de estática hasta la edición de un ejecutable que contiene un banco de cuestionarios de resistencia de materiales y termodinámica relativamente extenso.
- El cuadro maestro de competencias requiere una adecuada planeación de los ítems a evaluar y de su ponderación, con el fin de cumplir el logro de las competencias, a su vez, la estructura de la herramienta desarrollada permite la interacción entre auxiliares, ya que ellos fácilmente pueden adicionar evaluaciones al banco.

9 RECOMENDACIONES

- Rediseñar el software generador de exámenes, en este caso “SIGENEXA”, con el fin de añadirle el apartado de “Retroalimentación”, tal que los estudiantes al terminar la hora del examen puedan visualizar el método de resolución del cuestionario.
- Para evitar retraso en la aplicación de los cuestionarios, se recomienda que: al momento de seleccionar un cuestionario se guarde junto con él la solución del problema, esto para agilizar la retroalimentación post-exámen.
- Para una amplia implementación se recomienda contar con mínimo un semestre de disponibilidad para la aplicación de todos los cuestionarios y parciales, ya que para un correcto análisis y regresión además para visualizar la mejoría de los estudiantes es necesario contar con una amplia disponibilidad de calendario.
- Los estudiantes deben fomentar en sí mismos el ser autodidactas ya que el objetivo de ABET es la mejora continua y una manera de seguir ese camino es estudiando constantemente para no perder el hilo conductor de las enseñanzas que se han llevado durante el semestre.

BIBLIOGRAFÍA:

- AREVALO, Camila y GUATIBONZA, Alexandra. Implementación de objetos virtuales de aprendizaje en la asignatura Métodos de Ingeniería Química II para el desarrollo de competencias de aprendizaje según estándares de calidad de acreditación ABET y lineamientos del MEN. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías Fisicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química. 2020. 80p
- CRISTANCHO, Robin y PEREZ, Fabian. Herramienta computacional de apoyo docente para la generación automática de exámenes en la asignatura termodinámica I. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2021. 86 p
- DE-LA-HOZ, Enrique; DE-LA-HOZ, Efraín y FONTALVO, Tomas. Metodología de aprendizaje automático para la clasificación y predicción de usuarios en ambientes virtuales de educación. En: Información tecnológica. SciELO [base de datos en línea].2019, Vol. 30. 8 p (Recuperado en 21 mayo de 2021). Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000100247&script=sci_arttext
- ESCUELA DE INGENIERÍA MECANICA. PLANES DE ESTUDIO: Pregrado, Resistencia de materiales [en línea]. [Consultado: 26 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://mecanicaxserver.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S701>
- FACULTAD DE INGENIERIA FISICOMECHANICAS: Procesos de acreditación ABET [en línea]. [consultado: 26 de mayo de 2021]. Disponible en: http://fisicomechanicas.uis.edu.co/eisi/images/Noticias/archivos/20190315111107-presentacion_abet_estudiantes.pdf

GARCÍA MONTÚFAR, Daytón Estuardo Agdally. *Ingeniería de software para el sistema de evaluación formativas en la plataforma DTT, utilizado en la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala*. Tesis de Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2018.

Grupo de Desarrollo de Software Calumet - Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática - Universidad Industrial de Santander. 2021. "UIS - Escuela de Ingeniería Mecánica - Posgrados Y Pregrado - EIM - INGENIERIA MECANICA - EIMWeb - Bucaramanga." Uis.edu.co. 2021. <http://mecanicaxserver.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S79>.

MUÑOZ, Fabian y VERGARA, Jose. Implementación de una herramienta tecnológica como apoyo en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación para la asignatura de potencia fluida. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2018. 82 p

OCAÑA, Adelina. *et al.* Cambios en el desempeño de estudiantes de pensamiento matemático desde la evaluación formativa con un banco de preguntas en línea. En: Interdisciplinaria. Revista de psicología y ciencias afines [base de datos en línea]. 2019, Vol. 36. 16 p (Recuperado en 21 mayo de 2021). Disponible en: <http://www.ciipme-conicet.gov.ar/ojs/index.php?journal=interdisciplinaria&page=article&op=view&path%5B%5D=579>

PEÑA OBANDO, Claudia Janeth; BONILLA CARVAJAL, Elver Jofre.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS PARA EL AFIANZAMIENTO DE LAS COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS EN LOS INGENIEROS. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. Bogotá. 2016.

REINOSO, Oscar, et al. MATLAB: Conceptos básicos y descripción gráfica [en línea]. Elche, España: Universidad Miguel Hernández de Elche. 08 noviembre 2018. p. 1-2. [consultado el 15 de septiembre de 2020]. Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=ioVxDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. ISBN: 978-84-16024-52-0.

SÁNCHEZ GÓMEZ, Carlos Augusto. Implementación de una Metodología de Aprendizaje Conjunta (PBL and EBL) para Satisfacer los Criterios de ABET para Prácticas de Laboratorio en Ingeniería de Fabricación. *Ingeniería Mecánica*. Bogotá, 2018.

Vive UNIR. Educación y aprendizaje por competencias. UNIR. Published April 3, 2020. Accessed June 3, 2021. <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-por-competencias/>