

Análisis, diseño y reingeniería aplicada a la plataforma virtual de enseñanza de aprendizaje

MEIWEB para desarrollo de la versión 9.0

Juan Felipe Chacón López y Lennin Eduardo Guerrero Hernández.

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero de Sistemas e Informática

Director

Manuel Guillermo Flórez Becerra

Magister en Informática.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Ingeniería de Sistemas e Informática

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado con todo mi amor y gratitud a mis padres y mis hermanos, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y motivación a lo largo de este viaje. A mis padres, les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado. Su apoyo incondicional, sus sacrificios y su fe en mí me han dado la fortaleza para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Ustedes son mis pilares, mis guías y mis héroes. Sin su amor y respaldo, este logro no habría sido posible.

A mis hermanos, ustedes son mi razón para esforzarme y dar lo mejor de mí. Ser el mejor ejemplo para ustedes es una responsabilidad que llevo con orgullo. Ver su crecimiento y progreso me impulsa a seguir adelante y a buscar siempre la excelencia. Su energía, alegría y apoyo constante han sido esenciales en este camino.

Gracias a todos ustedes por estar siempre a mi lado, por creer en mí y por ser mi motor. Este trabajo es un reflejo de su amor y dedicación, y es un pequeño tributo a todo lo que han hecho por mí. Los amo con todo mi corazón.

Juan Felipe Chacón López.

Doy gracias a Dios por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en momentos de dificultades y debilidad.

Gracias a mis padres Eduardo Guerrero Vera y Nelly Hernández Ballen, por ser los principales motores de mi vida y de mis sueños, quienes con todo su apoyo, paciencia y amor me han permitido llegar a cumplir hoy un gran sueño, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía de nunca rendirse, confiar en mí y creer en mis expectativas.

A mis hermanas Tania Guerrero Hernández y Valentina Guerrero Hernández por su apoyo incondicional, durante todo este proceso y ayudarme en los tropiezos que este proyecto pudo tener.

A toda mi familia porque sé que con sus consejos, oraciones y palabras de aliento y amor me acompañan en todo momento de mi vida

A mi amiga Mónica Sánchez por su apoyo en el camino de este proyecto, sin duda alguna sin ella no habría sido posible este sueño, a Angie Becerra por siempre llenarme de palabras de ánimo, por apoyarme cuando más lo necesite, por extenderme su mano en momentos difíciles y compartir momentos agradables conmigo.

A todas esas personas que ahora no están pero que en su momento me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito.

Lennin Eduardo Guerrero Hernández

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este proyecto.

En primer lugar, agradezco profundamente a mi director de tesis, Manuel Guillermo Flórez Becerra, por su inestimable apoyo, orientación y paciencia a lo largo de todo el proceso. Su conocimiento y experiencia han sido fundamentales para el desarrollo y culminación exitosa de este proyecto.

Agradezco también a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática por brindarme las herramientas y el entorno académico necesario para llevar a cabo esta investigación. Su compromiso con la excelencia académica y el desarrollo tecnológico ha sido una fuente constante de inspiración.

Finalmente, extiendo mi gratitud a la Universidad Industrial de Santander por proporcionarme la oportunidad de crecer profesional y personalmente. Esta institución ha sido un pilar en mi formación y desarrollo, y me ha ofrecido innumerables oportunidades para aprender y avanzar en mi carrera.

A todos ustedes, muchas gracias por su apoyo y confianza. Este logro es tanto de ustedes como mío.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	16
1. Planteamiento y justificación del problema.....	17
2. Objetivos.....	18
2.1 Objetivo General.....	18
2.2 Objetivos Específicos.....	18
3. Marco de referencia	19
3.1 Fundamentos teóricos	19
3.1.1 B-learning	19
3.1.2 E-learning.....	19
3.1.3 Seguridad	21
3.1.4 Interfaz gráfica.....	22
3.2 Marco tecnológico.....	22
3.2.1 Estructura y presentación.....	22
3.2.1.1 HTML5	22
3.2.1.2 CSS	23
3.2.2 Programación y lógica	24
3.2.2.1 JavaScript.....	24
3.2.2.2 PHP	25
3.2.2.3 MySQLi	26
3.2.3 Herramientas y Frameworks.....	27

3.2.3.1 AJAX	27
3.2.3.2 Bootstrap4.....	28
3.2.3.3 CKEditor.....	28
3.3 Antecedentes del tema	29
4. Planeación del proyecto	30
4.1 Marco metodológico.....	30
4.1.1 Fase 1: Investigación Preliminar.....	31
4.1.2 Fase 2: Análisis del código fuente existente.....	31
4.1.3 Fase 3: Mejoras en Funcionalidad y Usabilidad.....	32
4.1.4 Fase 4: Actualización y Mejora de la Plataforma E-learning.....	33
4.1.5 Fase 5: Mejoras en la Seguridad del Sistema.....	34
4.1.6 Fase 6: Documentación del proyecto.....	34
4.2 Actividades para la reingeniería.....	35
4.2.1 Mejoramiento en la funcionalidad y usabilidad.....	35
4.2.2 Mejoramiento en la seguridad del sistema.....	36
4.2.3 Plataforma e-learning.....	37
4.2.4 Otras funcionalidades.....	37
4.2.5 Funcionalidades para revisión.....	38
4.3 Metodología ágil (SCRUM)	39
4.3.1 Planeación de sprints.....	40
4.3.2 Roles y responsabilidades dentro del equipo Scrum.....	42
4.3.3 Obtención de Requisitos e Historias de usuario	44

5. Desarrollo del proyecto.....	44
5.1. Tecnologías y herramientas utilizadas.....	45
5.2. Fases de desarrollo.....	48
5.2.1. Análisis de módulos.....	48
5.2.2. Revisión y Migración de Consultas SQL.....	48
5.2.3. Implementación de AJAX.....	53
5.2.4. Seguridad.....	54
5.2.5. Plataformas e-learning y b-learning.....	58
5.2.6. CKEditor.....	64
5.2.7. Corrección de bugs y retroalimentación continua.....	65
5.2.8. Retos y Soluciones.....	66
5.2.9. Otras funcionalidades y resultados obtenidos.....	67
5.2.9.1. Mejoras en la Gestión de Evaluaciones y Formularios.....	67
5.2.9.2. Mejoras en la Interfaz y Funcionalidades del Sistema.....	70
5.2.9.3. Optimización de Correos y Funcionalidades de Asistencia.....	74
5.2.9.4. Funcionalidades Especiales.....	77
5.2.9.5. Seguridad y Monitoreo.....	79
6. Fase de pruebas.....	80
6.1. Tipos de pruebas realizadas.....	80
6.2. Metodología de Pruebas.....	81
6.3. Entornos de prueba Utilizados.....	82
6.4. Proceso de Pruebas y Corrección de Bugs.....	83

6.4.1. Herramientas de Pruebas utilizadas	84
6.4.2. Criterios de Aceptación.....	85
6.5. Resultados de las pruebas	86
6.6. Retos y Soluciones.....	86
6.7. Resultados Finales de las Pruebas.....	87
7. Conclusiones.....	88
8. Recomendaciones y trabajos futuros.	89
8.1. Recomendaciones	89
8.2. Trabajos Futuros	90
Referencias.....	92

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Planeación sprint #1	40
Tabla 2 Planeación sprint #2.....	40
Tabla 3 Planeación sprint #3.....	41
Tabla 4 Planeación sprint #4.....	41
Tabla 5 Planeación sprint #5.....	41
Tabla 6 Planeación sprint #6.....	42
Tabla 7 Planeación sprint #7.....	42
Tabla 8 Comparativas de los diferentes y mejoras en las tecnologías y herramientas usadas antes y después del proceso de reingeniería de Meiweb.....	47
Tabla 9 Comparativa entre MySQL y MySQLi	52

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Fases del marco metodológico	31
Figura 2 Roles desempeñados en la metodología scrum	43
Figura 3 La plataforma cuenta con aproximadamente 4343 de consultas sql y 3408 sentencias de funciones MySQLi.....	49
Figura 4 Ejemplos de la lógica en las sentencias preparadas y Multiquery de Meiweb.....	50
Figura 5 Ejemplos de la lógica en las transacciones de MySQLi de Meiweb	50
Figura 6 Ejemplo de la lógica aplicada en Meiweb para comprar API procedural de MySQL vs API orientada a objetos de MySQLi	51
Figura 7 Comparativa de manejo de errores en MySQL vs MySQLi implementado en Meiweb	52
Figura 8 Comparativa del transporte http(s) en la comunicación cuando se usa o no Ajax.	54
Figura 9 Backup de la lista de asistencia descargada por la plataforma	55
Figura 10 Elementos descargados para hacer la copia de seguridad o exportar de las notas de los estudiantes por parte del profesor	55
Figura 11 Módulo de generación de copias de seguridad automáticas y manuales en Meiweb...	56
Figura 12 Comparativa de cambios en la seguridad por inyección de código de las cajas de texto, primero la versión antigua de Meiweb, abajo la versión actualizada de Meiweb después de la reingeniería	57
Figura 13 Bloqueo de acceso a usuario sin registro y notificación de intento de acceso no autorizado a la plataforma en el script php_error.log del servidor	58

Figura 14 Plataforma e-learning funcional con un curso preexistente llamado Programación en la web de Meiweb	59
Figura 15 Oferta de cursos virtuales en la página principal de Meiweb	60
Figura 16 Formulario de inscripción para cursos virtuales en Meiweb	61
Figura 17 Mensaje de confirmación de la preinscripción de un usuario a un curso virtual de Meiweb	62
Figura 18 Formulario de preinscritos a los cursos virtuales ofrecidos en Meiweb desde la vista de administrador	63
Figura 19 Comparativa de los editores CKEditor Versión 4.22.1 implementado en el proceso de reingeniería y actualización versus CKEditor Versión 2.6.6 usando en Meiweb antes de la reingeniería	64
Figura 20 Formulario para crear una evaluación o quiz en Meiweb resaltando por defecto la opción de mensajes emergentes apagado.....	68
Figura 21 Vista de las preguntas de evaluación de un estudiante al que se le cayó la conexión de internet y el profesor le dejó continuar el parcial, las respuestas que había marcado se guardan usando Ajax y luego se le muestran al estudiante de color rojo	69
Figura 22 Funciones de Continuar y Congelar implementados para cada usuario en particular como para todos los usuarios en general dentro de la vista de resultados del previo	69
Figura 23 Formulario de envío de correo electrónico, resaltando los botones de control arriba y debajo de la página para facilitar su accesibilidad al igual que la acción de enviar correos con copia al correo externo	70
Figura 24 Formulario de banco de preguntas ordenado por ID de las preguntas	71

Figura 25 Vista del módulo de calificaciones el cual ya recibe notas de mínimo 0.0 y máximo 5.0	72
Figura 26 Archivos adjuntos cargados por el profesor en el módulo de Contenidos	73
Figura 27 Correo enviado al correo externo de un estudiante el cual contiene asunto, texto y archivos adjuntos	74
Figura 28 Vista de la bandeja de salida de los correos con la columna que indica sí el correo fue enviado con copia al correo externo	75
Figura 29 Vista del profesor para la toma de asistencia de todo el grupo de la materia con Ajax implementado.....	76
Figura 30 Vista la lista de asistencia del alumno desde el módulo de estudiante.....	76
Figura 31 Vista del estudiante una vez envía la respuesta de la Coevaluación, donde puede ver lo que respondió, pero no puede eliminar ni modificar su respuesta.....	77
Figura 32 Lista de estudiantes de una materia, con sus checkboxes funcionales, acceso a la bitácora de cada estudiante, botones de bloqueo y desbloqueo de sesión, envío de correo y demás.....	77
Figura 33 Ejemplo de botones cuando las estudiantes pueden ver las calificaciones (imagen 1) y los estudiantes no pueden ver las calificaciones (imagen 2) con los respectivos botones que muestran u ocultan las calificaciones.....	78
Figura 34 Vista de la tabla de direcciones IP donde el profesor puede ver la IP donde se conecta el estudiante, el tiempo que lleva en sesión y para el caso de las evaluaciones el tiempo que lleva en la misma	79
Figura 35 Vista del módulo de estadísticas para un grupo de Meiweb	80

Figura 36 Este proyecto contó con tres plataformas, Meiweb9 como línea base, Meiweb19 para el desarrollo y Meiweb24 para despliegue y pruebas con usuarios finales 83

Resumen

Título: Análisis, diseño y reingeniería aplicada a la plataforma virtual de enseñanza de aprendizaje MEIWEB para desarrollo de la versión 9.0*

Autor: Juan Felipe Chacón López (1) y Lennin Eduardo Guerrero Hernández (2)*

Palabras clave: Reingeniería, e-learning, usabilidad, rendimiento, AJAX, MySQLi

Descripción: Este proyecto de reingeniería se centró en modernizar una plataforma de e-learning utilizada ampliamente por estudiantes y profesores. La plataforma original presentaba problemas de rendimiento, usabilidad y seguridad debido a su envejecimiento tecnológico y falta de actualizaciones. El objetivo principal fue actualizar tecnologías clave como PHP, Bootstrap y MySQL, implementar AJAX para mejorar la interactividad y optimizar la funcionalidad general del sistema.

El proceso de reingeniería comenzó con una evaluación exhaustiva del estado actual de la plataforma. Se identificaron las áreas críticas que requerían mejoras y se diseñó un plan de acción para abordar estos problemas. Las actualizaciones tecnológicas se implementaron de manera iterativa, asegurando que cada cambio se probara exhaustivamente antes de pasar a la siguiente fase. Esto incluyó la migración de la base de datos de MySQL a MySQLi, la actualización del diseño de la interfaz con Bootstrap y la mejora de la interactividad mediante el uso de AJAX.

Las pruebas se realizaron en tres entornos distintos: la versión original sin modificaciones, un entorno de desarrollo donde se hicieron las pruebas iniciales y un entorno de producción con datos reales. Este enfoque garantizó que las mejoras no solo fueran efectivas, sino también compatibles con las operaciones en vivo. La colaboración entre el equipo de desarrollo y el director del proyecto fue crucial para identificar y resolver problemas rápidamente.

Los resultados del proyecto han mostrado una mejora significativa en el rendimiento y la usabilidad de la plataforma. Se prevé que los usuarios finales, incluidos estudiantes y profesores, experimentarán una interfaz más fluida y agradable. La plataforma reingenierizada es ahora más rápida, segura y capaz de soportar una mayor carga de usuarios, cumpliendo con las demandas actuales y futuras del entorno educativo.

En conclusión, este proyecto ha logrado transformar una plataforma desactualizada en una herramienta moderna y eficiente, beneficiando a toda la comunidad educativa mediante una experiencia de aprendizaje mejorada y más accesible.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Programa académico. Director: Manuel Guillermo Flórez Becerra. Magister en Informática.

Abstract

Title: Analysis, Design, and Reengineering Applied to the MEIWEB Virtual Learning Platform for the Development of Version 9.0*

Author(s): Juan Felipe Chacón López (1) y Lennin Eduardo Guerrero Hernández (2)**

Key Words: Reengineering, e-learning, usability, performance, AJAX, MySQLi

Description: This reengineering project focused on modernizing an e-learning platform widely used by students and teachers. The original platform exhibited issues with performance, usability, and security due to outdated technology and a lack of updates. The main objective was to upgrade key technologies such as PHP, Bootstrap, and MySQL, implement AJAX to enhance interactivity, and optimize the overall functionality of the system.

The reengineering process began with a thorough evaluation of the platform's current state, identifying critical areas needing improvement. A strategic action plan was designed to address these issues. Technological updates were implemented iteratively, ensuring each change was thoroughly tested before proceeding. This included migrating the database from MySQL to MySQLi, updating the interface design with Bootstrap, and enhancing interactivity using AJAX. Testing was conducted across three distinct environments: the original version without modifications, a development environment for initial testing, and a production environment with real data. This approach ensured that the improvements were effective and compatible with live operations. Collaboration between the development team and the project director was crucial for quickly identifying and resolving issues.

The project results showed significant improvements in the platform's performance and usability. End users, including students and teachers, are expected to experience a smoother and more enjoyable user interface. The reengineered platform is now faster, more secure, and capable of supporting a higher user load, meeting the current and future demands of the educational environment.

In conclusion, this project successfully transformed an outdated platform into a modern and efficient tool, benefiting the entire educational community by providing an enhanced and more accessible learning experience.

* Degree Work

** Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Systems and Informatics Engineering. Academic Program. Director: Manuel Guillermo Flórez Becerra, Master in Informatics.

Introducción

En la era digital, las plataformas de e-learning son esenciales para la educación a distancia y el aprendizaje continuo. Sin embargo, la plataforma de e-learning en cuestión, utilizada ampliamente por estudiantes y profesores, mostraba signos de obsolescencia tecnológica. Problemas de rendimiento, usabilidad y compatibilidad con tecnologías modernas afectaban la eficiencia operativa y la experiencia de aprendizaje de los usuarios.

Diseñada hace varios años, la plataforma original utilizaba tecnologías que han quedado desactualizadas. La falta de actualizaciones y el envejecimiento del software llevaron a una disminución en el rendimiento y a mayores vulnerabilidades de seguridad. La creciente demanda de interactividad y accesibilidad superaba las capacidades de la plataforma.

El objetivo de este proyecto de reingeniería es modernizar la plataforma para cumplir con las expectativas actuales y las exigencias tecnológicas. Esto incluye actualizar tecnologías clave como PHP, Bootstrap y MySQL, implementar AJAX para mejorar la interactividad y optimizar la funcionalidad general. Se busca proporcionar una plataforma más rápida, segura y fácil de usar que soporte una mayor carga de usuarios y ofrezca una experiencia de aprendizaje enriquecedora.

Este proyecto se justifica por su potencial para ofrecer una plataforma más eficiente y efectiva, beneficiando a estudiantes y profesores. Al resolver problemas de rendimiento y usabilidad, la plataforma mejorada permitirá una experiencia de aprendizaje más fluida y agradable, facilitando el acceso a recursos educativos y mejorando la interacción entre usuarios.

El enfoque adoptado fue una reingeniería iterativa basada en pruebas exhaustivas, asegurando una transición controlada y minimizando interrupciones, por lo que resultó en una plataforma moderna y robusta.

1. Planteamiento y justificación del problema.

MEIWEB es una plataforma creada en el año 2005 que ha sido un pilar fundamental en el proceso educativo de los estudiantes, principalmente de la carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática. Al ser una plataforma creada por estudiantes, beneficia tanto a quienes la utilizan en su proceso de aprendizaje como a aquellos que han estado vinculados en su desarrollo a lo largo de los años, ayudando en los avances académicos y profesionales de los estudiantes. Sin embargo, su interfaz gráfica, esquemas de interacción, capa de seguridad y bases de datos se han desactualizado con el tiempo frente a las nuevas tecnologías, expectativas de usabilidad y experiencia de usuario. La plataforma presenta fallas críticas en la seguridad, poniendo en peligro la integridad de la base de datos en general, la cual también se encuentra desactualizada.

Por lo anterior, en este proyecto se identifican las principales deficiencias de la plataforma en sus diferentes aspectos, haciendo énfasis en el esquema de seguridad. Se busca mejorar la integridad de los datos en la base de datos, previniendo inyecciones de código u otras deficiencias en la seguridad de la plataforma. Una interfaz gráfica más amigable, respaldada por tecnologías como AJAX y una actualización en sus editores, pueden ayudar a facilitar el proceso de interacción de los usuarios, permitiendo tener una experiencia en tiempo real e intuitiva con la información de la plataforma. Es indispensable mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante la activación y actualización de funcionalidades de e-learning y b-learning. Para esto, es necesario realizar mejoras los cursos de JavaScript de la plataforma, lo cual permitirá evaluar las mejoras realizadas.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Desarrollar una nueva versión del aula virtual MEIWEB9 con énfasis en mejoras de la interfaz gráfica, seguridad, e-learning e implementación de otras funcionalidades.

2.2 Objetivos Específicos

- Aplicar mejoras a MEIWEB9 incluyendo o modificando funcionalidades; mejorar usabilidad aplicando tecnología AJAX en algunos módulos.
- Actualizar el editor que permite colocar vídeos, imágenes y sonidos.
- Realizar una revisión de la seguridad del sistema aplicando mecanismo de protección donde sea necesario.
- Actualizar los cambios de la plataforma b-learning del MEIWEB9 para la plataforma e-learning y realizar una prueba de funcionamiento con el curso de JavaScript ya elaborado en un proyecto anterior de e-learning.
- Implementar otras actividades.

El detalle de otras actividades a realizar en el proyecto y correspondientes a los objetivos se relaciona en la parte de la metodología del proyecto.

3. Marco de referencia

Avances pedagógicos y tecnológicos han provocado una evolución en los modelos educativos, creando una revolución en la forma de entenderlos. Estos cambios propician que los alumnos, profesores, contenidos y herramientas se adapten a la nueva situación, impulsando el desarrollo y mejoramiento de plataformas informáticas. (Paloma Moreno, 2009)

Estos avances han dado paso a nuevos enfoques que buscan conseguir mejores resultados. Uno de ellos es la reingeniería, que proporciona una forma simple y eficiente para que los métodos de enseñanza se refuercen, se transmitan y se implementen.

3.1 Fundamentos teóricos

3.1.1 B-learning

El modelo tradicional de aprendizaje ha evolucionado mediante el desarrollado vías de integración y comunicación en los procesos de formación. Paralelamente, es necesario aplicar una nueva concepción del alumno-usuario, así como cambios de rol en los profesores en relación con los sistemas de comunicación, diseño y distribución de la enseñanza. Todo ello implica, a su vez, cambios en los cánones de enseñanza-aprendizaje hacia un modelo más flexible.

El b-learning permite una integración entre el aprendizaje presencial y virtual, brindando un aprendizaje mixto para optimizar los resultados educativos y la experiencia del alumno en su proceso de aprendizaje (Randy Garrison & Vaughan, 2008).

3.1.2 E-learning

Desde la perspectiva de su concepción y desarrollo como herramienta formativa, los sistemas de e-learning tienen una dualidad pedagógica y tecnológica. Pedagógica en cuanto a que estos sistemas no deben ser meros contenedores de información digital, sino que ésta debe ser

transmitida de acuerdo con modelos y patrones pedagógicamente definidos para afrontar los retos de estos nuevos contextos. Tecnológica en cuanto que todo el proceso de enseñanza-aprendizaje se sustenta en aplicaciones de software, principalmente desarrolladas en entornos web, lo que les vale a estos sistemas el sobrenombre de plataformas de formación.

En la práctica, para llevar a cabo un programa de formación basado en e-learning, se hace uso de plataformas o sistemas de software que permiten la comunicación e interacción entre profesores, alumnos y contenidos. Se tienen principalmente dos tipos de plataformas: las que se utilizan para impartir y dar seguimiento administrativo a los cursos en línea o LMS (Learning Management Systems) y, por otro lado, las que se utilizan para la gestión de los contenidos digitales o LCMS (Learning Content Management Systems).

Los contenidos usualmente se almacenan como objetos descritos e identificables de forma única. En un LCMS se tienen contenedores o repositorios para almacenar los recursos, que pueden ser utilizados de manera independiente o directamente asociados a la creación de cursos dentro de e-learning del mismo sistema. Es decir, que el repositorio puede estar disponible para que los profesores organicen los cursos o también pueden estar abiertos para que cualquier usuario recupere recursos no vinculados a ningún curso en particular, pero que les pueden ser de utilidad para reforzar lo aprendido sobre algún tema.

El proceso de trabajo dentro de un LCMS requiere de control en cada fase del contenido. Esto conlleva un proceso editorial para controlar la calidad de los contenidos creados, así como para permitir y organizar su publicación.

Como conclusión, se puede afirmar que tanto los LMS como los LCMS se pueden generalizar como sistemas de gestión de aprendizaje, ya que los primeros gestionan la parte

administrativa de los cursos, así como el seguimiento de actividades y avance del alumno; mientras que los segundos gestionan el desarrollo de contenidos, su acceso y almacenamiento (García Peñalvo, 2005).

3.1.3 Seguridad

En un principio, la seguridad en redes de computadoras no era considerada, porque el acceso a ellas era restringido y las aplicaciones eran principalmente educativas y de investigación. Sin embargo, con el paso del tiempo, cada vez más personas hacen uso de plataformas en las que los datos viajan por la red y en las cuales la seguridad es un aspecto crítico que debe ser analizado desde diferentes puntos de vista para hacer más seguras las plataformas.

La seguridad es un área de enormes proporciones: está relacionada con la confidencialidad de los datos, la integridad, el control de acceso no autorizado, la verificación de identidad de quien origina un mensaje y con la disponibilidad de la información, entre muchos otros.

Los problemas de seguridad son generados por personas malintencionadas que intentan obtener beneficios o hacer daño a otros. Estas personas comúnmente tienen recursos técnicos y económicos y están dedicadas a buscar la forma de aprovechar vulnerabilidades, por lo que es necesario estar preparados.

Los problemas de seguridad se pueden clasificar fundamentalmente en: confidencialidad, integridad y disponibilidad. La confidencialidad consiste en mantener en secreto información valiosa con el fin de prevenir que usuarios no autorizados puedan acceder a ella. La integridad intenta prevenir la modificación de la información por usuarios no autorizados, la modificación no autorizada o no intencionada de usuarios autorizados y la preservación de la consistencia de la información. La disponibilidad asegura que los usuarios autorizados de un sistema tengan acceso

a la información en el sistema y a la red en forma oportuna y sin interrupciones. Dependiendo de la plataforma y del contexto, uno de estos principios podría ser más importante que los otros (Gómez Montoya, Candela Uribe, & Sepúlveda Rodríguez, 2013).

3.1.4 Interfaz gráfica.

La interfaz gráfica permite una comunicación entre el usuario y el ordenador por medio de un entorno visual sencillo en el cual el usuario puede acceder a las diferentes funcionalidades y herramientas de una página web, software o aplicación. Esta interfaz no es solo lo que se ve en nuestras pantallas; es una experiencia de usuario que inicia desde el momento en que introducimos la URL en nuestro navegador hasta terminar nuestro recorrido por la aplicación.

Es fundamental para una interfaz gráfica tener en cuenta los principios de usabilidad (Nielsen, 1994), buscando siempre simplicidad, consistencia y claridad en la experiencia visual del usuario, aportando mayor accesibilidad y comprensión a la información.

3.2 Marco tecnológico.

Es importante entender las diferentes tecnologías y lenguajes de programación ligados al desarrollo e implementación del proyecto. A continuación, se profundiza en tres áreas de desarrollo específicas para este proyecto:

3.2.1 Estructura y presentación

Aquí trataremos los lenguajes que definen la estructura y la apariencia de cualquier página web.

3.2.1.1 HTML5

HTML5 (HyperText Markup Language) es la quinta revisión del lenguaje de marcado estándar que se emplea para la web. Es uno de los lenguajes de marcado más usados en todo el

mundo. HTML5 permite crear la estructura de una página web: texto, imágenes y material multimedia.

HTML5 provee básicamente tres características: estructura, estilo y funcionalidad. Es considerado el producto de la combinación de HTML, CSS y JavaScript. Estas tecnologías son altamente dependientes y actúan como una sola unidad organizada bajo la especificación de HTML5. HTML está a cargo de la estructura, CSS presenta esa estructura y su contenido en la pantalla, y Javascript hace el resto, lo cual es extremadamente significativo (Gauchat, 2012).

En HTML5 se añaden nuevas etiquetas semánticas para manejar la Web, como: `<header>`, `<footer>`, `<article>`, `<nav>` y `<time>`. Estas etiquetas permiten describir cuál es el significado del contenido y, a su vez, facilitan a los desarrolladores y motores de búsqueda para comprender la estructura del código, su importancia, finalidad y las relaciones que existen entre cada elemento de una página web. No tienen especial impacto en la visualización, ya que están más orientadas a los buscadores.

Los buscadores podrán indexar e interpretar esta información, permitiendo no buscar simplemente apariciones de palabras en el texto de la página. Además, HTML5 permite incorporar a las páginas ficheros RDF / OWL para describir relaciones entre los términos utilizados. También ofrece versatilidad en el manejo y animación de objetos simples, imágenes etc.

3.2.1.2 CSS

CSS, Por sus siglas en inglés (Cascading Style Sheets), es un lenguaje utilizado para crear hojas de estilo, las cuales permiten a los desarrolladores controlar de manera rápida y en sincronía el estilo de varias páginas web, describiendo su presentación en documentos escritos en un lenguaje de marcado como HTML. Es una de las principales herramientas para crear un diseño en

las interfaces de usuario, proporcionando alta flexibilidad según el dispositivo y eficiencia en su distribución.

Una de las principales ventajas que ofrece CSS en el desarrollo web actual es que permite separar el contenido de la presentación y facilita de manera eficiente el diseño responsivo para adaptar las páginas web a los diferentes tamaños de pantallas (Meyer, 2006). Actualmente se presenta una gran diversidad en dispositivos y pantallas, desde pantallas pequeñas como teléfonos móviles hasta grandes monitores de computadores de escritorio, sin contar las múltiples resoluciones que podemos encontrar en cada dispositivo.

CSS ha tenido actualizaciones a lo largo del tiempo, incluyendo cada vez más nuevas características que ofrecen capacidades nuevas a los desarrolladores web, como posibilidades de integrar animaciones, transiciones, sombras, gamas de colores más amplias y diferentes gradientes para crear mejor experiencias de usuario sin la necesidad de plugin o algún otro programa adicional (Zeldman, 2010).

3.2.2 Programación y lógica

Para lograr interactividad en el sistema, es importante conocer los diferentes lenguajes de programación y extensiones utilizados, los cuales permiten la gestión del manejo de bases de datos y aportan dinamismo en las aplicaciones web.

3.2.2.1 JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación creado en 1995 que ha evolucionado a lo largo del tiempo hasta convertirse en esencial para los desarrolladores web. Es muy utilizado en la parte del cliente como en la del servidor, siendo así uno de los principales lenguajes de programación en la actualidad y logrando un gran reconocimiento en la industria actual.

Una de las principales ventajas de JavaScript es la comunidad que hay alrededor de este lenguaje de programación, ya que se encuentra gran cantidad de documentación sobre el lenguaje. Adicionalmente, la misma comunidad ha contribuido a crear nuevos frameworks y bibliotecas que simplifican la creación de interfaces de usuario complejas, gestionando el estado de las aplicaciones y optimizando el flujo de trabajo para el desarrollo (Crockford, 2008).

Debido a su facilidad para trabajar directamente en el navegador del usuario, JavaScript ofrece beneficios a los desarrolladores, permitiéndoles implementar complejas características web, actualizaciones en contenidos dinámicos, procesamiento de datos en tiempo real y una fiabilidad en gráficos interactivos (Flanagan, 2020).

3.2.2.2 PHP

PHP, siglas de Personal Home Page, es un lenguaje de programación enfocado directamente a ser utilizado para generar páginas web dinámicas desde el lado del servidor. Desde sus inicios, PHP ha tenido una gran evolución hasta el punto de convertirse en un parte fundamental en el desarrollo de una gran cantidad de aplicaciones web que destacan por su eficiencia y robustez.

Su abundante documentación en repositorios y bibliotecas, la facilidad para integrar una gran cantidad de sistemas de gestión de base datos y su compatibilidad con distintos servidores web, siendo amigable con numerosos sistemas operativos, hacen de PHP uno de los lenguajes de programación más valorados por la comunidad de desarrollo web (Welling & Thomson, 2008).

Las últimas versiones de PHP incluyen mejoras en las variables y el manejo de errores de las mismas, lo que conduce a mejoras significativas en el rendimiento y uso de la memoria, aportando eficiencia y robustez al desarrollo. Es por esto que PHP se destaca sobre otros lenguajes

de programación debido a su facilidad en permitir operaciones como envíos de correos, creación de diferentes contenidos dinámicos y gestión de sesiones de usuario a partir de la interacción de los mismos, resaltando en su facilidad de aprendizaje y eficacia en la gestión de datos del servidor (Ullman, 2017).

3.2.2.3 MySQLi

MySQLi, como su nombre lo indica (MySQL Improved) es una versión mejorada de MySQL, el cual es un sistema altamente usado para la gestión de bases de datos relacionales. MySQLi ofrece una interfaz mejorada donde destaca por sus mejoras en la seguridad, rendimiento y funcionalidad, siendo diseñada como una extensión de PHP para interactuar más eficientemente con bases de datos MySQL. Debido a sus mejoras, solo trabaja con versiones más recientes de MySQL y de PHP posteriores a la versión 5.

Procedimientos almacenados, triggers y vistas son algunas de las principales razones para usar MySQLi en aplicaciones PHP, debido a la compatibilidad con las características más avanzadas de MySQL (Ullman, 2017). Estas características permiten hacer un desarrollo de aplicaciones eficiente y seguro, reduciendo así los riesgos por inyección de código SQL y diferentes ataques que se puedan presentar con relación a las bases de datos.

De las principales capacidades de MySQLi destaca la implementación de operaciones más confiables en las bases de datos brindando una capacidad para soportar transacciones y manteniendo la integridad de los datos. En el desarrollo de aplicaciones web modernas donde hay desafíos como bases de datos complejas, MySQLi brinda una fácil preparación en declaración, transacciones y mejora en la gestión de errores (Welling & Thomson, 2008). Ventajas de MySQLi:

- **Soporte para procedimientos almacenados:** MySQLi permite el uso de procedimientos almacenados, lo cual facilita la reutilización de código y mejora la gestión de las operaciones complejas.
- **Sentencias preparadas:** MySQLi soporta sentencias preparadas, que ayudan a prevenir inyecciones SQL y mejoran la seguridad de las consultas.
- **API orientada a objetos:** MySQLi ofrece una API orientada a objetos, proporcionando una estructura más moderna y fácil de mantener para el código.
- **Multiquery:** MySQLi permite ejecutar múltiples consultas en una sola llamada, optimizando la comunicación con la base de datos.
- **Transacciones:** MySQLi proporciona un mejor soporte para transacciones, asegurando la integridad de los datos en operaciones complejas.
- **Compatibilidad con PHP 7+:** MySQLi es totalmente compatible con las versiones más recientes de PHP, asegurando un mejor rendimiento y soporte a largo plazo.

3.2.3 Herramientas y Frameworks.

3.2.3.1 AJAX

Ajax (Asynchronous JavaScript and XML) es la técnica de desarrollo Web para aplicaciones interactivas más utilizada hoy en día. Engloba a todo un grupo de tecnologías (XHTML, JavaScript, CSS, API y DOM) y mantiene una comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano, lo que permite realizar continuos cambios sin necesidad de recargar las páginas (Babin, 2007), dando múltiples beneficios como una mejora en la experiencia del usuario. Asimismo, puede ser utilizada en cualquier plataforma y navegador, optimizando recursos en cuanto al tiempo de operaciones y así brindando una menor transferencia de datos cliente/servidor.

3.2.3.2 Bootstrap4

Bootstrap4 es un conjunto de herramientas de código abierto para desarrollar con HTML, CSS y JS enfocándose en brindar una mayor flexibilidad en el diseño de layouts de una página web. Proporciona beneficios en temas de distribución de la página web, mejorando la alineación y permitiendo un mejor ordenamiento de los elementos de la página, esto con el fin de darle al usuario una experiencia similar en cada tamaño de dispositivo desde el cual se conecte (Moreto, Lambert, Jakobus, & Marah, 2017).

Bootstrap4 trae mejoras significativas frente a sus versiones anteriores. Se deja de lado el soporte a IE8, lo que permite mejorar ciertas funcionalidades que antes estaban limitadas debido a ajustes de compatibilidad. También modifica el sistema grid; la unidad deja de ser en px para pasar a trabajar con ems y rems. Lo anterior hace que sea más seguro el ajuste en dispositivos móviles. Además, cambia el motor de compilación principal a SASS, dejando a LESS atrás. La compilación con SASS es más rápida. Estos no son los únicos cambios que trae la nueva versión; hay otras mejoras que van desde nuevos botones y modificaciones en las tablas hasta la incorporación de nuevos módulos como el Reboot.

3.2.3.3 CKEditor

CKEditor Es un editor de texto de código abierto el cual está enfocado en desarrollos web, permitiendo al usuario crear y gestionar diferente contenido de manera intuitiva. Entre los diferentes contenidos que soporta podemos encontrar texto, imágenes, tablas e hipervínculos, brindando una alta personalización, lo cual, junto a su diseño modular, lo hace atractivo para los desarrolladores. Actualmente, CKeditor tiene una alta compatibilidad con todas las plataformas de navegación, garantizando así una experiencia confiable al usuario (CKSource, 2024).

3.3 Antecedentes del tema

Con el paso del tiempo, se han venido realizando diferentes análisis, diseños e implementaciones de la plataforma Meiweb 3.0, partiendo de su implantación en la Escuela Ingeniería de Sistemas e informática de la UIS, donde administró y configuró material educativo informático de diferentes asignaturas que facilitó al estudiante la construcción y evaluación de conocimientos en un ambiente virtual de aprendizaje a través de interacción telemática (Niño Villamizar & Pradilla Perez, 2006).

Posteriormente, se implementó una nueva funcionalidad que permitió exportar el material educativo contenido en la plataforma Meiweb 4.0, cumpliendo con el modelo SCORM (Antolínez Becerra & Rubiano Arciniegas, 2009).

A partir de esta versión, se realizó reingeniería a la plataforma, desarrollando la versión Meiweb 4.1, en donde se rediseño la biblioteca y se creó el portal de enseñanza virtual (Quintero Prada & Garzon Gomez, 2011). Más adelante, se aplicaron correctivos en algunas funcionalidades ya existentes, mejorando y optimizando el software con énfasis en la usabilidad, educación virtual y documentación, dando lugar a Meiweb 5.0 (Pereira Flórez & Rodríguez Gómez, 2012).

Seguidamente, realizaron nuevas funcionalidades a la versión actual, verificando y aplicando correctivos en algunas de las ya existentes, verificando módulos y realizando una prueba piloto con el módulo de enseñanza virtual, permitiendo dar paso a la versión Meiweb 6.0 (Logreira González & Ortiz Arenas, 2014).

A partir de esto, se hizo énfasis en los módulos de b-learning y se actualizaron, activaron y lograron nuevas funcionalidades del sistema e-learning para diseñar la versión Meiweb 7.0 (Gomez Parra, Palomino Arguello, & Vera Gutierrez, 2016).

Actualmente la versión que se está usando, se enfocó principalmente en el rediseño de la interfaz gráfica, Meiweb 8.0 (Pinto Peñaloza & Ayala Camacho, 2018), de la cual se hará este proyecto basado en el análisis, diseño y reingeniería partiendo de las funcionalidades ya existentes.

4. Planeación del proyecto

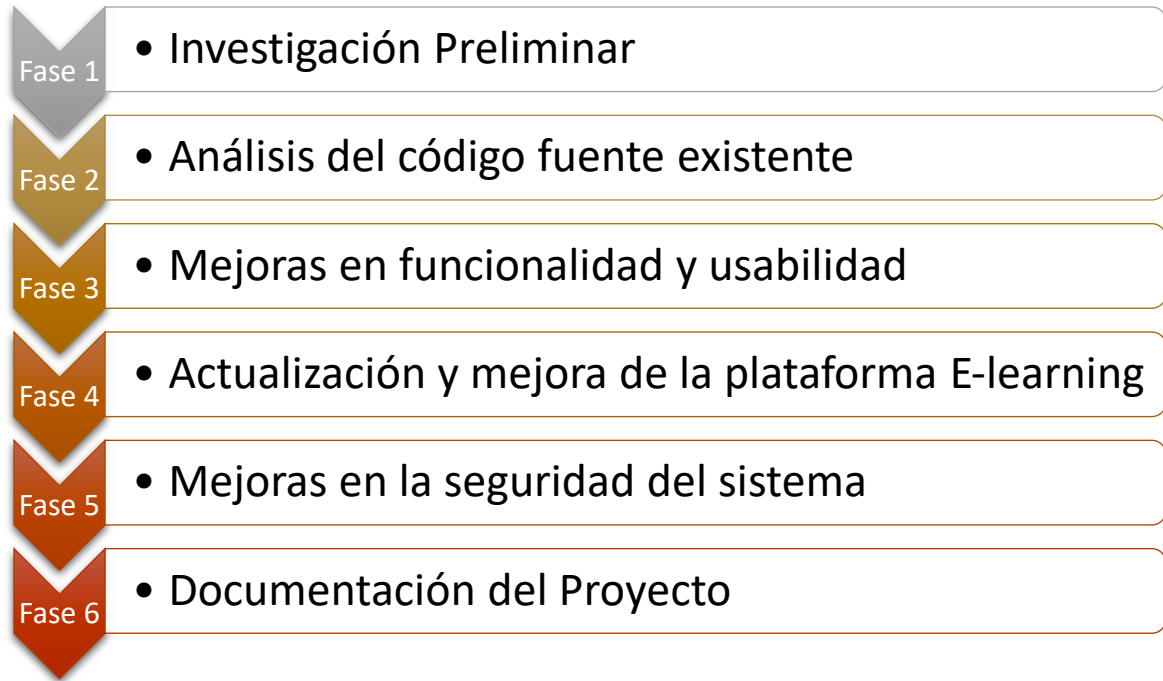
4.1 Marco metodológico

Este proyecto busca implementar soluciones efectivas para las necesidades de los usuarios de la plataforma MEIWEB 9.0, cumpliendo con los requisitos de funcionalidad, usabilidad y seguridad establecidos. Para ello, es necesario comprender las necesidades de cada tipo de usuario, los problemas de ingeniería y la seguridad de los datos. Es importante seguir buenas prácticas en el desarrollo web, como la implementación de metodologías ágiles, optimización de procesos y organización de requerimientos.

Para llevar a cabo el proyecto de manera efectiva, se divide en varias fases, cada una enfocada en diferentes aspectos del mismo, buscando cumplir con cada uno de los objetivos.

Figura 1

Fases del marco metodológico



4.1.1 Fase 1: Investigación Preliminar

Es importante iniciar con una buena base de conocimiento de las diferentes tecnologías y lenguajes de programación requeridos para el proyecto. Para ello, se usa una gran variedad de fuentes, incluyendo artículos académicos, libros y diferentes recursos que puedan brindar información precisa de las tecnologías web a usar (HTML, CSS, MySQLi, JavaScript, Ajax, Bootstrap4, entre otros).

4.1.2 Fase 2: Análisis del código fuente existente

Se realiza un estudio detallado del código fuentes de la versión MEIWEB 8.0 para comprender en su totalidad la arquitectura de las diferentes funciones y módulos. También es importante entender la estructura del modelo de base de datos relacional. Lo anterior con el fin de

aportar significativamente al proceso de reingeniería y encontrar errores o bugs presentes. Para ello, se realizaron una serie de actividades:

- **Inventario de componentes:** Realizar un inventario de todos los módulos, librerías y componentes del sistema para usar como referencia en el proceso de reingeniería.
- **Análisis de documentación:** Estudiar a fondo la documentación técnica existente para comprender la arquitectura y especificaciones de cada uno de los módulos, así como las notas previas de los desarrolladores de versiones anteriores.
- **Identificación de prácticas de codificación:** Identificar prácticas de codificación, como patrones de diseño y buenas prácticas de versiones anteriores, con el fin de mantener las convenciones de la página y estructuras de control.

4.1.3 Fase 3: Mejoras en Funcionalidad y Usabilidad

Partiendo de la fase de análisis y estudio del código existente, el objetivo es implementar todas las mejoras específicas en las diferentes funcionalidades y módulos del sistema según los requerimientos, buscando optimizar la usabilidad de las funciones, hacer los procesos más robustos y adaptar los módulos para la transición a MEIWEB 9.0. Para ello, se tuvo en cuenta:

- **Priorización de las mejoras:** Priorizar las mejoras a partir del análisis del código fuente y los diferentes requerimientos identificados para el proceso de reingeniería, estableciendo una lista de prioridades de las mejoras a implementar.
- **Desarrollo iterativo:** Un desarrollo iterativo en las mejoras al sistema permite incorporar buenas prácticas, retroalimentación eficiente y adaptación de las soluciones a medida que el proyecto avanza, con el fin de seguir correctamente las metodologías ágiles.

- **Actualización de componentes:** Actualizar componentes como el editor de texto e implementar funcionalidades como Ajax mejora la interactividad y ofrece una versión más moderna, lo cual facilitará la experiencia del usuario y ayudará a los desarrolladores en las pruebas de usabilidad de los componentes.

4.1.4 Fase 4: Actualización y Mejora de la Plataforma E-learning

El objetivo principal de esta fase es actualizar la plataforma e-learning de MEIWEB, incorporando mejoras y realizando análisis de usabilidad y seguridad de todas las fases desarrolladas, componentes y módulos. Esto busca asegurar la integración eficiente de los componentes y módulos, tanto individual como conjuntamente, para asegurar una experiencia mejorada a los diferentes usuarios de la plataforma.

Es importante tener en cuenta algunas de las principales actividades de esta fase:

1. **Pruebas de integración:** Probar la integración de mejoras como Ajax, CKeditor e implementaciones manejo de datos, priorizando la compatibilidad de los componentes para garantizar funcionen sin conflicto y mantener la estabilidad de la plataforma.
2. **Optimización del rendimiento:** Optimizar el rendimiento mediante una evaluación de la plataforma actualizada, identificando y corrigiendo problemas como cuellos de botella o flujos de los datos ineficientes.
3. **Pruebas de funcionalidad y usabilidad:** Realizar pruebas que proporcionen información y retroalimentación sobre la experiencia de los usuarios finales (estudiantes y profesores), lo cual permitirá hacer ajustes para lograr una versión más amigable de la plataforma.

4. **Actualización de recursos de aprendizaje:** Actualizar los recursos para el aprendizaje brindará nuevos tipos de actividades más interactivas, optimizada para un uso eficiente de la plataforma.

4.1.5 Fase 5: Mejoras en la Seguridad del Sistema

Reforzar la seguridad de la plataforma es un objetivo fundamental de esta fase, para proteger la información contra vulnerabilidades y amenazas, asegurando la integridad de los datos y garantizando la confianza de los usuarios en el sistema. Para esta fase, las actividades se diseñaron buscando identificar, mitigar y corregir los posibles riesgos en la seguridad:

1. **Evaluación de seguridad:** Realizar una evaluación a la seguridad e identificar las diferentes vulnerabilidades conocidas en la versión MEIWEB 8.0, como posibles inyecciones de código SQL en los campos de texto.
2. **Implementación de medidas de seguridad:** Implementar medidas identificadas a partir del análisis de las vulnerabilidades, como actualización de librerías, fortalecer los procesos de autenticación y autorización
3. **Mejoras en copias de seguridad:** Implementar de nuevos procesos en el sistema de copias de seguridad y los componentes para su restauración.

4.1.6 Fase 6: Documentación del proyecto

Como fase final del proyecto, se compila y actualiza la documentación del mismo, abarcando las mejoras técnicas y asegurando que los usuarios tengan acceso a la información necesaria para su uso. También se piensa en los futuros desarrolladores, quienes encontrarán código con documentación indexada para facilitar el mantenimiento y actualizaciones futuras.

4.2 Actividades para la reingeniería

Actualmente, la plataforma MEIWEB cuenta con varios tipos de usuarios agrupados en tres grupos principales para su entendimiento:

1. Usuarios Alumnos: Estudiante, Estudiante Virtual y Estudiante Auxiliar
2. Usuarios Profesores: Profesor y Profesor Virtual
3. Otros usuarios: Administrador e Invitado

A continuación, se presentan las actividades definidas para el proceso de reingeniería de la plataforma:

4.2.1 Mejoramiento en la funcionalidad y usabilidad

1. Mejorar usabilidad implementando AJAX en todo el sistema: Ejemplo en “Contenidos” para activar y desactivar temáticas; mejorar interfaz de subir archivos en actividades.
2. Actualizar el editor CKeditor
3. Cuando el estudiante se desconecta estando en una evaluación que reinicie la evaluación con el tiempo que lleva; puede hacer uso de una segunda oportunidad específicamente para el estudiante de interés.
4. Despliegue en línea de archivos Word, sin necesidad de descargarlos; también despliegue de vídeos, imágenes, sonido. Revisar visualización de pdf en línea para descargarlos conservando el nombre
5. Colocar al inicio de los formularios algunos botones de control como, por ejemplo: enviar al correo externo y otros, hacer una revisión en todos los formularios

6. Suprimir mensajes emergentes en evaluaciones en línea. Implementar un botón para que el profesor pueda activar o desactivar estos mensajes emergentes en las evaluaciones; también generar una bitácora de estos eventos.
7. Desplegar una caja combo con las asignaturas del profesor para su selección, en caso de enviar un correo y no se haya especificado la asignatura correspondiente.
8. Revisar ordenamiento en subgrupos de trabajo, para que siempre se ordene según el número del grupo.
9. En banco de preguntas, revisar ordenamiento de preguntar por ID de la pregunta; implementar una opción que permita el ordenamiento por ID de la pregunta, conservando el default que existe actualmente.
10. Revisar por qué no acepta 0,0 en notas, hay que colocar como mínimo 0,1.
11. Autoevaluaciones: Especificar el máximo número de preguntas con las que se puede autoevaluar el estudiante.
12. En lista de clase actualizar el botón de eliminar seleccionados.

4.2.2 Mejoramiento en la seguridad del sistema

1. Implementar una función que integre copias de seguridad (backups) de calificaciones, asistencia en una sola función.
2. Prevenir y reparar ataques por inyección de código en cualquier parte del sistema
MEIWEB
3. Revisar entradas por puertas traseras.

4.2.3 Plataforma e-learning

Actualizar cambios en la plataforma e-learning para MEIWEB9 acorde a los cambios realizados en la plataforma b-learning y realizar pruebas de funcionamiento usando el curso virtual ya implementado de JavaScript modo e-learning.

4.2.4 Otras funcionalidades

1. Revisar sincronización de hora del sistema y MEIWEB; para la sección de actividades (actualmente funciona sin sincronización). Revisar sincronización para evaluaciones (actualmente funcionamiento correcto).
2. Ajustar la interfaz de notas Excel para que se acople con el sistema UIS. Adaptar las interfaces del sistema de notas de MEIWEB con el sistema de notas de la plataforma UIS permitiendo subida automática de notas
3. Asignación de evaluadores en coevaluaciones, no incluir alumnos de prueba o auxiliares, sólo incluya los mismos estudiantes y/o profesores externos que se deben especificar manualmente.
4. Corregir para imprimir correctamente el resumen de lista de asistencia.
5. Implementar un Cron para mantener el correo de Gmail activo, permitiendo el reenvío a correos externos de los estudiantes.
6. Implementar una función de desbloqueo manual por parte del profesor a todo el grupo, cuando queda la sesión abierta por parte de algún o algunos estudiantes.
7. Revisar la función bloqueo de usuario cuando este cambia de equipo; sucede que, aunque se cierre la sesión lo bloquea para cambiarse a otro equipo. Realizar pruebas con móviles.

8. Evaluaciones: cuando se va el internet y los alumnos reinician la evaluación, el tiempo que llevaban se pierde y comienza el contador desde el principio. Establecer un “continue” o revisar activarlo si ya está implementado.
9. Evaluaciones: por defecto, cuando sea un solo intento, que los estudiantes no puedan ver la nota sino hasta que finalice el último estudiante o el tiempo de la evaluación, incluyendo despliegue de notas cuando se navega por “calificaciones”; pero para dos o más intentos, se pueda visualizar la nota anterior al último intento.
10. Revisar: en actividades tipo “coevaluaciones”, cuando responden una actividad tipo coevaluación, específicamente para este tipo de actividad, sí ya la subieron que no la puedan borrar y luego volverla a subir, el resto de las actividades debe quedar como está actualmente funcionando.

4.2.5 Funcionalidades para revisión

1. Correos: es necesario un indicador para saber si el correo fue enviado con copia al correo externo.
2. Tomar lista: Desplegar el número total de estudiantes por grupo.
3. Revisar: En actividades online, cuando es 5.0 califica con 5.1 pero al estudiante ve 5.0 no afecta para la nota definitiva.
4. La ventana emergente cuando están en quiz online o previo aparece cuando se salen de la ventana de evaluación y cambian a otra por ejemplo entran a zoom para hacer una pregunta relativa a la evaluación por chat de zoom. Solución: bitácora que registre eventos, se les dice que acepten la ventana emergente y continúen la evaluación. hay que tratar excepciones (cuando se salen para bajar un pdf adjunto al examen) pero al

- final que todo quede registrado en la bitácora. Tener en cuenta que el objetivo anterior se pueda desactivar el despliegue de estas ventanas emergentes
5. Revisar: Listado de asistencias, copias SQL (hay que realizar un mantenimiento) tienen un acumulado desde que inició el sistema.
 6. Incluir módulo actualizado de documentación orientado al usuario, que fue eliminado en versiones anteriores.

4.3 Metodología ágil (SCRUM)

Para abordar las diferentes actividades del proceso de reingeniería para la plataforma, se optó por utilizar la metodología ágil SCRUM. Esta metodología permite gestionar y planificar proyectos de software buscando un trabajo conjunto en equipo, con entregas iterativas de los productos o actividades que tienen una alta flexibilidad al cambio. Para organizar el trabajo en equipo, se siguió un proceso basado en sprints en los cuales se definieron las tareas que se iban a desarrollar de acuerdo con su prioridad, complejidad y capacidades del equipo de desarrollo.

En la organización de la metodología ágil, se tuvo como estrategia para planificar los sprints tener en cuenta la relación entre actividades y módulos o componentes específicos de la plataforma. Esto con el fin de abordar de manera eficiente cada uno de los procesos a tratar. Este enfoque permite organizar el trabajo de tal manera que el conjunto de tareas independientes se centre en la agrupación de actividades con los mismos aspectos dentro de la plataforma, para maximizar la coherencia en el desarrollo, mejorar la eficiencia y facilitar la implementación por parte del equipo de desarrollo. Este enfoque optimiza el tiempo y los recursos de desarrollo, y mejora el enfoque de los desarrolladores.

Durante la ejecución de los sprints, y debido al enfoque utilizado, se pudo verificar que las mejoras en el proceso de reingeniería fueran integrales en cada uno de los componentes a tratar, lo cual permitió al equipo de trabajo mantener los objetivos claros y definidos. Así, en las revisiones de equipo se pudieron realizar de manera más precisa los aspectos a tratar de cada actividad y cómo estaban relacionadas con el componente central, permitiendo evolucionar de manera alineada con las necesidades del proyecto.

4.3.1 Planeación de sprints

De acuerdo con el enfoque utilizado para crear los sprints a partir de las actividades, se evaluaron las diferentes historias de usuario donde se determinó el grado de complejidad y la organización de cada sprint.

Tabla 1

Planeación sprint #1

Sprint 1	
N° Historias de usuario	Complejidad
1 Reiniciar la evaluación con el tiempo	13
2 Reiniciar el tiempo de evaluación cuando se va el internet	8
3 Evaluaciones de 1 intento no pueden ver notas hasta que todo terminen	5
4 Suprimir mensajes emergentes en evaluaciones	8
5 Ventana emergente quiz online	5

Tabla 2

Planeación sprint #2

Sprint 2	
N° Historias de usuario	Complejidad
1 No acepta notas 0.0	3
2 Actividades online no calificar acumulado >5.0	3
3 Ajustar notas a CSV a formato UIS	8

4 Ordenar subgrupos por ID del subgrupo	8
5 Ordenar preguntas por ID en banco de preguntas	5

Tabla 3*Planeación sprint #3*

Sprint 3	
N° Historias de usuario	Complejidad
1 Máximo de preguntas en autoevaluaciones	8
2 Asignar evaluadores en coevaluaciones	13
3 Coevaluaciones no poder borrar y volverla a subir	5
4 Profesor desbloquea manual cuando queda sesión abierta	8
5 Revisar función bloqueo de usuario	5

Tabla 4*Planeación sprint #4*

Sprint 4	
N° Historias de usuario	Complejidad
1 Automatizar backups	8
2 Prevenir por inyección de código	13
3 Revisar entradas por puertas traseras	13
4 Mantenimiento a lista de asistencia y copias SQL	5

Tabla 5*Planeación sprint #5*

Sprint 5	
N° Historias de usuario	Complejidad
1 Imprimir lista de asistencia	5
2 Número de estudiantes por grupo en tomar lista	5
3 Actualizar eliminar seleccionados en lista de clase	3
4 Desplegar caja combo	8
5 Cron para correos	13

6 Indicar si el correo va CC al externo	8
---	---

Tabla 6*Planeación sprint #6*

Sprint 6		
N°	Historias de usuario	Complejidad
1	Implementar Ajax	13
2	Actualizar editor CKeditor	8
3	Extensión para abrir archivos	5
4	Poner botones arriba y abajo	3
5	Sincronización de la hora	3

Tabla 7*Planeación sprint #7*

Sprint 7		
N°	Historias de usuario	Complejidad
1	Curso eLearning	21
2	Módulo de documentación	5

4.3.2 Roles y responsabilidades dentro del equipo Scrum

Para la implementación de la metodología scrum cada participante del proyecto debería asumir un rol (Ver Figura 2), a continuación, los roles asignados:

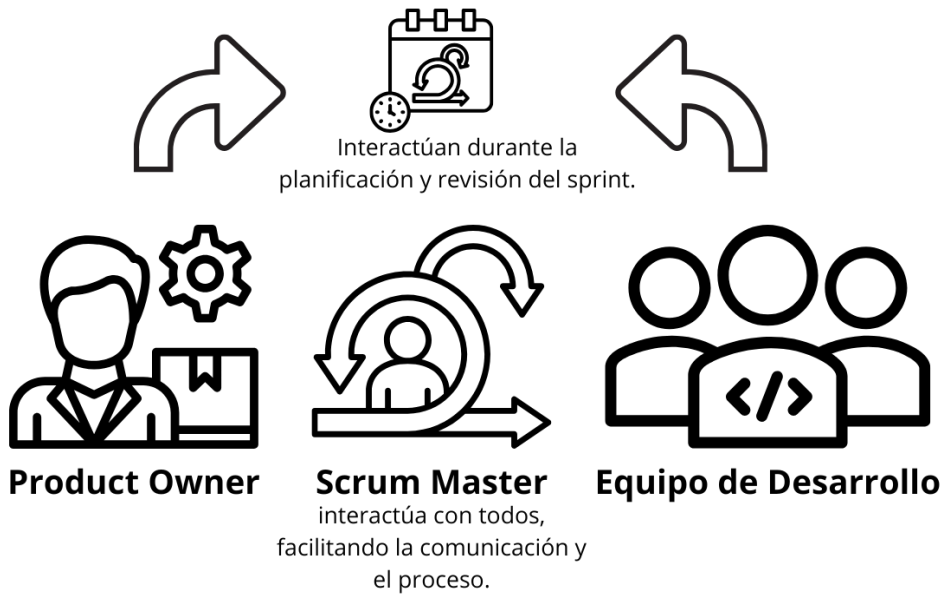
- **Product Owner (director del proyecto):** El director del proyecto asumió el rol de Product Owner. Fue responsable de definir la visión del producto, priorizar el backlog y asegurar que el equipo estuviera alineado con los objetivos del proyecto. Mantenía comunicación constante con los desarrolladores del proyecto,

proporcionando retroalimentación y ajustando los requisitos según las necesidades identificadas.

- **Scrum Master (Desarrollador principal):** El estudiante Juan Felipe asumió el rol de Scrum Master, además de las responsabilidades como desarrollador principal. Como Scrum Master, facilitaba las reuniones de Scrum, eliminaba impedimentos y velaba por el cumplimiento de las prácticas ágiles. Como desarrollador principal, lideraba el desarrollo técnico, tomando decisiones clave y guiando al equipo de trabajo en la implementación de tareas.
- **Equipo de Desarrollo (Desarrollador principal y desarrollador junior):** El estudiante Lennin Eduardo actuó como desarrollador junior dentro del equipo de desarrollo. Trabajamos en conjunto para llevar a cabo las tareas planificadas en cada sprint, colaborando con la codificación y pruebas de funciones.

Figura 2

Roles desempeñados en la metodología scrum



4.3.3 Obtención de Requisitos e Historias de usuario

La obtención de requisitos se centró en un enfoque colaborativo entre el Product Owner y el equipo de desarrollo, permitiendo que se priorizaran los requerimientos de acuerdo con las necesidades críticas del proyecto.

El Product Owner, basado en su conocimiento de la plataforma y las expectativas de los usuarios, identificó las principales áreas que requerían mejoras, tales como la actualización de las tecnologías, el rendimiento del sistema y la seguridad. A partir de estas indicaciones, se definieron las historias de usuario, las cuales se convirtieron en la base del backlog del producto.

5. Desarrollo del proyecto

Este proyecto se centra en la reingeniería de una plataforma web de e-learning, con el objetivo de mejorar su funcionalidad, rendimiento y robustez. La reingeniería incluye actualizaciones en diversos aspectos tecnológicos y la implementación de nuevos enfoques para varias funciones del sistema. La importancia de este proyecto radica en su capacidad para

proporcionar una plataforma más eficiente y efectiva para la educación en línea, beneficiando tanto a estudiantes como a educadores.

El proyecto surgió a partir de la necesidad de modernizar una plataforma existente que, aunque funcional, presentaba varios problemas de rendimiento y compatibilidad con tecnologías modernas. La decisión de realizar una reingeniería completa se basó en la evaluación de costos y beneficios, donde se determinó que las mejoras significativas en rendimiento y usabilidad justificaban el esfuerzo.

5.1. Tecnologías y herramientas utilizadas

El éxito de este proyecto dependió en gran medida de la elección y utilización adecuada de diversas tecnologías y herramientas. A continuación, se detallan las principales tecnologías empleadas (Ver Tabla 8):

1. Lenguajes de Programación:

- a. **PHP:** Utilizado para el desarrollo del backend del sistema. La versión anterior del sistema utilizaba una versión desactualizada de PHP, lo que limitaba la capacidad de aprovechar nuevas características y mejoras de seguridad.
- b. **HTML5 y JavaScript:** Empleados para el desarrollo del frontend, permitiendo una interfaz de usuario moderna y dinámica.

2. Frameworks y Librerías:

- a. **Bootstrap:** Implementado para el diseño responsivo y estético de la interfaz de usuario. Bootstrap facilitó la creación de una interfaz uniforme y accesible en múltiples dispositivos.

- b. **AJAX:** Utilizado para mejorar la interactividad del sitio, permitiendo la actualización de contenido sin necesidad de recargar la página completa.
- c. **interactivas:** Se implementaron para mejorar la experiencia del usuario con notificaciones personalizadas y visualmente atractivas.

3. Bases de datos:

- a. **Migración de MySQL a MySQLi:** La migración fue una de las principales tareas de este proyecto. MySQLi ofrece mejoras significativas en términos de seguridad y rendimiento, además de soportar funciones avanzadas que no estaban disponibles en MySQL. También se agregaron y editaron varios atributos en la base de datos para mejorar las funcionalidades del sistema.

4. Otras Herramientas:

- a. **Editor de texto (CKEditor):** Se actualizó el editor de texto utilizado en el sistema, proporcionando una mejor experiencia al usuario y soporte para nuevas funcionalidades.
- b. **Sistemas de control de versiones (Git):** Utilizado para gestionar el código fuente y facilitar la colaboración entre los miembros del equipo.
- c. **Entornos de desarrollo integrados (IDE):** Herramientas como Visual Studio Code y PHPStorm fueron empleadas para facilitar el desarrollo y depuración del código.

Tabla 8

Comparativas de los diferentes y mejoras en las tecnologías y herramientas usadas antes y después del proceso de reingeniería de Meiweb.

Comparativa de Lenguajes de Programación y Herramientas		
Aspecto	Antes de la Reingeniería	Después de la Reingeniería
Lenguaje de Programación Backend	PHP (versión antigua)	PHP 7.2.24(versión actualizada)
Lenguaje de Marcado	HTML4	HTML5
Lenguaje de Estilos	CSS2	CSS3, Bootstrap
Lenguaje de Programación Frontend	JavaScript (sin frameworks modernos)	JavaScript (con frameworks modernos)
Biblioteca para Alertas	Alertas estándar de JavaScript	SweetAlert
Tecnología de Interacción	Básica, algunas funciones con AJAX	Integración de más funcionalidades con AJAX y mantenimiento de las que ya tenían.
Base de Datos	MySQL	MySQLi
Framework CSS	Ninguno o versiones antiguas	Bootstrap (versión actualizada)
Editor de Texto	FCKEditor 2.6.6	CKEditor 4.22.1
Control de Versiones	Ninguno o básico	Git
Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)	Herramientas básicas	Visual Studio Code, PHPStorm
Soporte para Transacciones	Limitado	Mejorado
API Orientada a Objetos	No	Sí
Soporte para Sentencias Preparadas	No	Sí
Compatibilidad con PHP 7+	No	Sí
Funciones de Iteración	each	foreach
Codificación de Caracteres	utf8_encode	No necesario (PHP 7.2+)
Compatibilidad con PHP 7+	No	Sí

5.2. Fases de desarrollo

5.2.1. Análisis de módulos

La primera fase del proyecto implicó un análisis detallado de los módulos existentes. Este análisis se centró en identificar las funcionalidades actuales del sistema y evaluar su rendimiento y usabilidad. Se realizó una auditoría completa del código para identificar áreas que requerían mejoras o reingeniería. Los módulos fueron clasificados en tres categorías:

- **Funcionando Correctamente:** Módulos que no necesitaban cambios significativos.
- **Requieren Mejoras:** Módulos que funcionaban, pero podían beneficiarse de optimizaciones.
- **Requieren Reingeniería:** Módulos obsoletos o ineficientes que necesitaban una reescritura completa.

Este análisis permitió establecer prioridades y planificar el desarrollo de manera eficiente, enfocándose primero en las áreas que presentaban mayores problemas.

5.2.2. Revisión y Migración de Consultas SQL

Uno de los desafíos técnicos más significativos fue la migración de las consultas SQL de MySQL a MySQLi. Este proceso implicó una revisión completa de todas las consultas existentes en el sistema. MySQLi proporciona una serie de mejoras en términos de seguridad y funcionalidad, incluyendo el soporte para sentencias preparadas y una mejor integración con PHP (ver Tabla 8).

En total, se revisaron y modificaron 4343 consultas SQL, y se realizaron cambios en 3408 llamadas a funciones (Ver Figura 3). Estos cambios fueron necesarios debido a las diferencias en la estructura y los argumentos de las funciones entre MySQL y MySQLi.

Figura 3

La plataforma cuenta con aproximadamente 4343 de consultas sql y 3408 sentencias de funciones MySQLi.

```
lenin@ubuSer18:/var/www/html/meiweb/meiweb$ grep -r "ConsultarBD" ./ | wc -l
4343
lenin@ubuSer18:/var/www/html/meiweb/meiweb$ grep -r "mysqli" ./ | wc -l
3408
```

El equipo de desarrollo documentó todas las consultas existentes, identificando aquellas que necesitaban ser reescritas. Durante esta fase, también se añadieron y editaron atributos en la base de datos para mejorar la funcionalidad y adaptarse a las nuevas necesidades del sistema. Se realizaron pruebas exhaustivas para asegurar que las nuevas consultas funcionaran correctamente y ofrecieran los mismos resultados que las versiones anteriores. Además, se aprovecharon las nuevas características de MySQLi para optimizar el rendimiento de las consultas, reduciendo el tiempo de respuesta y mejorando la eficiencia del sistema.

Durante la fase de desarrollo se analizaron diferencias fundamentales entre MySQL y MySQLi (ver A diferencia de MySQL, que está discontinuado en las versiones modernas de PHP, MySQLi es completamente compatible con PHP 7+, lo que garantiza que el sistema esté actualizado y reciba mejoras continuas en términos de seguridad y rendimiento. Además, MySQLi ofrece una API orientada a objetos, lo que facilita la organización y mantenibilidad del código en proyectos más grandes y complejos (Ver Figura 6).

Figura 6

Ejemplo de la lógica aplicada en Meiweb para comprar API procedural de MySQL vs API orientada a objetos de MySQLi

Ejemplo con MySQL (API procedural):

```
$conexion = mysql_connect($host, $usuario, $contrasena);  
mysql_select_db($base_datos, $conexion);  
$resultado = mysql_query("SELECT * FROM usuarios");
```

Ejemplo con MySQLi (API orientada a objetos):

```
$conexion = new mysqli($host, $usuario, $contrasena, $base_datos);  
$resultado = $conexion->query("SELECT * FROM usuarios");
```

- **Manejo de Errores:** MySQLi proporciona una mejor gestión de errores comparado con MySQL, ya que ofrece más detalles sobre los problemas que ocurren durante la ejecución de las consultas (Ver Figura 7). Esto facilita la depuración y permite detectar errores de manera más rápida y precisa.

Figura 7

Comparativa de manejo de errores en MySQL vs MySQLi implementado en Meiweb

Ejemplo de manejo de errores en MySQL (antes):

```
mysql_query($consulta);  
if (mysql_error()) {  
    echo "Error: " . mysql_error();  
}
```

Ejemplo de manejo de errores en MySQLi (después):

```
$conexion->query($consulta);  
if ($conexion->error) {  
    echo "Error: " . $conexion->error;  
}
```

Tabla 9) donde las principales ventajas son:

- **Soporte para procedimientos almacenados:** MySQLi permite el uso de procedimientos almacenados, lo cual facilita la reutilización de código y mejora la gestión de las operaciones complejas.
- **Sentencias preparadas y Multiquery:** Además de la seguridad, MySQLi proporciona una mejora notable en el rendimiento al permitir el uso de sentencias preparadas y la ejecución de múltiples consultas en una sola llamada mediante `multi_query()` (Ver Figura 4). Esto reduce la cantidad de conexiones necesarias al servidor y optimiza la ejecución de las consultas.

Figura 4

Ejemplos de la lógica en las sentencias preparadas y Multiquery de Meiweb

Ejemplo de consultas en MySQL (antes):

```
mysql_query("INSERT INTO usuarios (nombre) VALUES ('Juan');");  
mysql_query("INSERT INTO actividades (usuario_id) VALUES (LAST_INSERT_ID());");
```

Ejemplo de consultas en MySQLi (después):

```
$conexion->multi_query("INSERT INTO usuarios (nombre) VALUES ('Juan');  
INSERT INTO ordenes (usuario_id) VALUES (LAST_INSERT_ID());");
```

- **Transacciones:** MySQLi mejora el manejo de transacciones, lo que asegura que múltiples operaciones relacionadas se completen exitosamente o se reviertan por completo en caso de fallas (Ver Figura 5), garantizando la integridad de los datos.

Figura 5

Ejemplos de la lógica en las transacciones de MySQLi de Meiweb

Ejemplo de transacciones en MySQLi:

```
$conexion->begin_transaction();  
$conexion->query("INSERT INTO usuarios (nombre) VALUES ('Juan');");  
$conexion->query("INSERT INTO actividades (usuario_id) VALUES (LAST_INSERT_ID());");  
$conexion->commit();
```

- **Compatibilidad con PHP 7+ y API Orientada a Objetos:** A diferencia de MySQL, que está descontinuado en las versiones modernas de PHP, MySQLi es completamente compatible con PHP 7+, lo que garantiza que el sistema esté actualizado y reciba mejoras continuas en términos de seguridad y rendimiento. Además, MySQLi ofrece una API orientada a objetos, lo que facilita la

organización y mantenibilidad del código en proyectos más grandes y complejos (Ver Figura 6).

Figura 6

Ejemplo de la lógica aplicada en Meiweb para comprar API procedural de MySQL vs API orientada a objetos de MySQLi

Ejemplo con MySQL (API procedural):

```
$conexion = mysql_connect($host, $usuario, $contrasena);  
mysql_select_db($base_datos, $conexion);  
$resultado = mysql_query("SELECT * FROM usuarios");
```

Ejemplo con MySQLi (API orientada a objetos):

```
$conexion = new mysqli($host, $usuario, $contrasena, $base_datos);  
$resultado = $conexion->query("SELECT * FROM usuarios");
```

- **Manejo de Errores:** MySQLi proporciona una mejor gestión de errores comparado con MySQL, ya que ofrece más detalles sobre los problemas que ocurren durante la ejecución de las consultas (Ver Figura 7). Esto facilita la depuración y permite detectar errores de manera más rápida y precisa.

Figura 7

Comparativa de manejo de errores en MySQL vs MySQLi implementado en Meiweb

Ejemplo de manejo de errores en MySQL (antes):

```
mysql_query($consulta);
if (mysql_error()) {
    echo "Error: " . mysql_error();
}
```

Ejemplo de manejo de errores en MySQLi (después):

```
$conexion->query($consulta);
if ($conexion->error) {
    echo "Error: " . $conexion->error;
}
```

Tabla 9

Comparativa entre MySQL y MySQLi

Característica	MYSQL	MYSQLI
Soporte para Procedimientos Almacenados	No	Si
Soporte para Sentencias Preparadas	No	Si
API Orientada a Objetos	No	Si
Multiquery	No	Si
Transacciones	Limitado	Si
Soporte para Múltiples Instrucciones	No	Si
Conexiones Persistentes	Si	Si
Seguridad y Funcionalidades Mejoradas	Limitado	Avanzado

Compatibilidad con PHP 7+	No	Si
---------------------------	----	----

5.2.3. Implementación de AJAX

Con AJAX, se logró una actualización dinámica del contenido, permitiendo que los usuarios interactuaran con la página de manera más fluida y eficiente.

El uso de AJAX se extendió a diversas funciones del sistema, incluyendo:

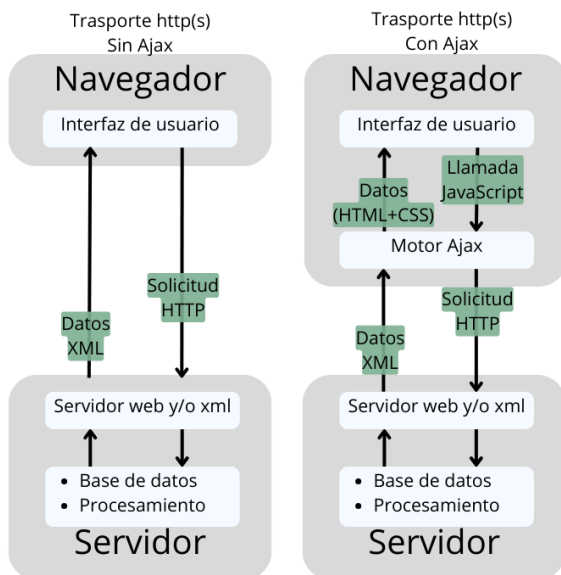
- **Formularios de registro:** Los formularios ahora se envían de manera asíncrona, permitiendo que los datos se procesen sin interrumpir la navegación (Ver Figura 29).
- **Búsqueda de contenidos:** Al implementar AJAX en la función de búsqueda, los usuarios ahora pueden obtener resultados inmediatos mientras escriben, mejorando la usabilidad del sistema.
- **Carga dinámica de evaluaciones:** Cuando los estudiantes inician una evaluación, los contenidos de la misma se cargan de manera dinámica sin interrupciones, optimizando la eficiencia (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

En MEIWEB, AJAX permite realizar solicitudes al servidor en segundo plano sin recargar toda la página, mediante JavaScript, se envían solicitudes al servidor, este responde, y solo se actualizan las partes necesarias de la página, manteniendo al usuario interactuando sin interrupciones (Ver Figura 8). Antes de AJAX, cada acción enviaba una solicitud completa al servidor, lo que provocaba la recarga de toda la página, resultando en una experiencia de usuario más lenta. Ahora, con AJAX, las solicitudes se procesan en segundo plano, actualizando solo las

secciones necesarias de la página, lo que reduce considerablemente los tiempos de espera y permite una interacción continua y fluida sin interrupciones. Esto optimiza tanto el rendimiento del sistema como la satisfacción del usuario.

Figura 8

Comparativa del transporte http(s) en la comunicación cuando se usa o no Ajax.



Cada implementación fue cuidadosamente probada para asegurar que no se introdujeran errores y que el rendimiento del sistema mejorara significativamente.

5.2.4. Seguridad.

En el proceso de reingeniería de MEIWEB, uno de los enfoques principales fue mejorar la seguridad del sistema para garantizar la protección de los datos y la integridad del entorno. Las mejoras en seguridad incluyeron la implementación de nuevas funcionalidades y la corrección de vulnerabilidades detectadas en versiones anteriores del sistema. Entre los puntos más relevantes, se realizaron los siguientes cambios:

- **Sistema de Backups:** Se implementó un sistema automatizado para generar copias de seguridad periódicas de todo el sistema. Este sistema permite que el administrador configure la periodicidad de los backups, pudiendo optar por generarlos cada X días o de manera manual según las necesidades (Ver Figura 11). Además, se corrigieron los scripts encargados de crear copias de seguridad particulares para las notas (Ver Figura 10) o listas de asistencia (Ver Figura 9), que pueden ser descargadas por el docente asegurando que estas se ejecuten de manera eficiente y sin interferencias con el funcionamiento del sistema.

Figura 9

Backup de la lista de asistencia descargada por la plataforma

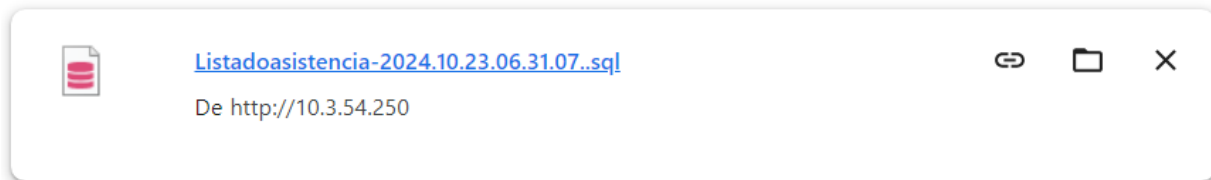


Figura 10

Elementos descargados para hacer la copia de seguridad o exportar de las notas de los estudiantes por parte del profesor.



Figura 11

Módulo de generación de copias de seguridad automáticas y manuales en Meiweb

Copias de Seguridad

Opciones de Generación de Copias de Seguridad

Habilitar la generación de copias de seguridad automáticamente cada días.

No incluir en la copia de seguridad el contenido de la Bitacora.

Guardar Opciones de generación de copias de seguridad

Generar una nueva copia de seguridad ahora

Historial de Copias de Seguridad

La copia de seguridad mas reciente es: **MEIWEB24-10-21--11.54.41.mcs**

<input type="checkbox"/>	Fecha de Generación	Tamaño	Tipo	Descargar	Eliminar
<input type="checkbox"/>	2024-10-21 11:54:41	12130 Kb	Automatica	MEIWEB24-10-21--11.54.41.mcs	<input type="button" value="✖"/>
<input type="checkbox"/>	2024-09-23 21:00:19	12117 Kb	Automatica	MEIWEB24-09-23--21.00.19.mcs	<input type="button" value="✖"/>
<input type="checkbox"/>	2024-09-02 09:41:12	12117 Kb	Automatica	MEIWEB24-09-02--09.41.12.mcs	<input type="button" value="✖"/>
<input type="checkbox"/>	2024-07-27 16:14:55	12115 Kb	Automatica	MEIWEB24-07-27--16.14.55.mcs	<input type="button" value="✖"/>
<input type="checkbox"/>	2024-07-11 14:35:04	12039 Kb	Automatica	MEIWEB24-07-11--14.35.04.mcs	<input type="button" value="✖"/>
<input type="checkbox"/>	2024-06-27 23:16:42	12009 Kb	Manual	MEIWEB24-06-27--23.16.42.mcs	<input type="button" value="✖"/>
<input type="checkbox"/>	2024-06-26 18:32:51	12000 Kb	Automatica	MEIWEB24-06-26--18.32.51.mcs	<input type="button" value="✖"/>

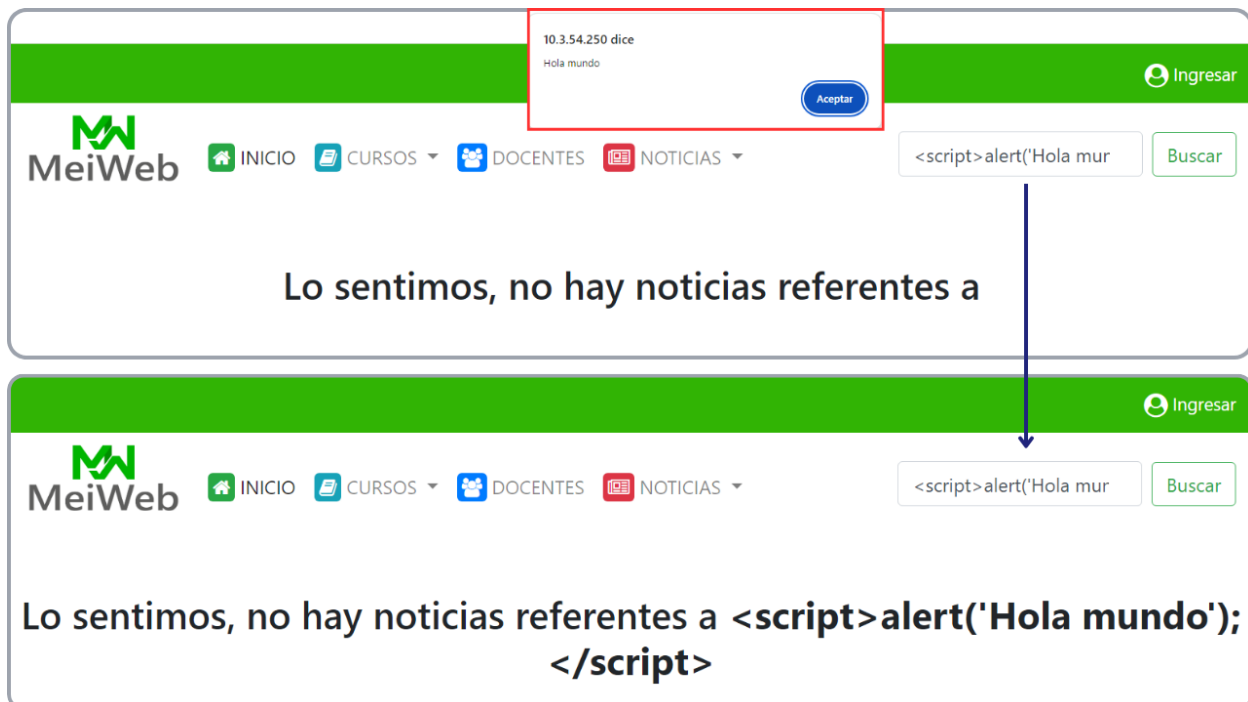
Eliminar Elementos Seleccionados

- Protección Contra Inyección de Código:** Una de las principales vulnerabilidades corregidas fue la posibilidad de ataques de inyección de código. Ahora, el sistema aplica un tratamiento especial a todas las entradas de datos, asegurando que las cadenas de texto que pudieran incluir código malicioso sean tratadas como texto simple. Esto evita que el sistema las interprete o ejecute como código (Ver Figura 12). La implementación de sentencias preparadas en MySQLi, junto con validaciones adicionales en todos los formularios y consultas SQL, refuerza este

enfoque, garantizando que cualquier intento de inyección sea neutralizado antes de llegar a la base de datos o al backend.

Figura 12

Comparativa de cambios en la seguridad por inyección de código de las cajas de texto, primero la versión antigua de Meiweb, abajo la versión actualizada de Meiweb después de la reingeniería.



- Revisión y Corrección de Puertas Traseras:** Se revisó exhaustivamente el sistema para identificar posibles accesos no autorizados mediante puertas traseras. Además de corregirlas, el sistema ahora genera alertas automáticas en el archivo `php_error.log` cuando se detecta un acceso inusual o potencialmente peligroso (Ver Figura 13). Este archivo de registro permite al administrador monitorear errores y actividades sospechosas en tiempo real, brindando una capa adicional de seguridad y control sobre el sistema.

Figura 13

Bloqueo de acceso a usuario sin registro y notificación de intento de acceso no autorizado a la plataforma en el script `php_error.log` del servidor



Estas mejoras fueron implementadas y probadas exhaustivamente para asegurar que el sistema MEIWEB fuera robusto frente a posibles ataques, protegiendo tanto los datos como la infraestructura.

5.2.5. Plataformas e-learning y b-learning.

Como parte fundamental del proyecto, se realizó la actualización y sincronización entre las plataformas e-learning y b-learning de MEIWEB9, asegurando que ambas incorporaran las últimas implementaciones tecnológicas. Este esfuerzo garantizó que los cambios y mejoras implementadas en la plataforma b-learning, que ya estaba en uso, también se reflejaran en la plataforma e-learning, aportando un valor significativo tanto para estudiantes como para profesores. Descripción de las Plataformas:

- **e-learning:** La plataforma e-learning permite la enseñanza completamente virtual, donde los estudiantes acceden a contenidos educativos, actividades, evaluaciones y materiales multimedia sin necesidad de estar presentes físicamente. Esta plataforma gestiona los cursos, las evaluaciones y el seguimiento académico de forma remota.
- **b-learning:** La plataforma b-learning, por otro lado, integra tanto el aprendizaje presencial como el virtual, ofreciendo una experiencia mixta. Aquí, los estudiantes participan en actividades en línea que complementan sus clases presenciales, proporcionando una interacción más fluida entre el aula física y la virtual.

Antes de la reingeniería, la plataforma e-learning no contaba con muchas de las mejoras y funcionalidades que ya existían en b-learning. Con la actualización, todas las funcionalidades implementadas en b-learning, como la gestión dinámica de contenidos, la carga rápida de actividades y el soporte de AJAX, se integraron completamente en e-learning. Esto permitió que ambas plataformas estuvieran sincronizadas, ofreciendo una experiencia uniforme y optimizada para los usuarios.

El curso virtual de Programación en la Web, utilizado como prueba, se pudo desarrollar satisfactoriamente en la plataforma e-learning (Ver Figura 14). Durante las pruebas, todas las funcionalidades clave, como la creación y gestión de actividades y evaluaciones, se ejecutaron sin problemas, validando que la plataforma estaba preparada para su despliegue en entornos de producción reales.

Figura 14

Plataforma e-learning funcional con un curso preexistente llamado Programación en la web de Meiweb.

The screenshot displays the MeiWeb interface for a course titled 'Programación Web'. The header includes the university name 'Universidad Industrial de Santander' and the date 'Viernes, 18 de Octubre de 2024'. The main content area is divided into several sections:

- Descripción del Curso:**

Nombre del Curso:	PROGRAMACION WEB	Código:	6359
Formato:	Semanas	N° de módulos:	5
Fecha Inicio:	2018-05-31	Fecha Finalización:	2024-04-30
- Requisitos:**

Conocimientos básicos de algún lenguaje de programación
- Recomendaciones:**

Para el correcto funcionamiento de la plataforma MEIWEB, debe utilizar como navegador WEB la última versión de Google Chrome o Mozilla Firefox.
- Introducción:**

Curso básico de programación web incluye los siguientes módulos:

 - HTML5
 - CSS3
 - JavaScript
 - PHP
 - MySQL
- Configuración de la Materia:**

Configurar

At the bottom, it states: 'La nota mínima requerida para la activación del siguiente módulo es: 3'.

Entre los ajustes realizados en la plataforma e-learning, se logró poner en funcionamiento la inscripción de los estudiantes en los cursos ofertados (Ver Figura 15 y Figura 16), ya que, debido a las actualizaciones de la reingeniería, esta funcionalidad no estaba operativa. A diferencia de la plataforma b-learning, donde los profesores inscriben a los estudiantes, en e-learning los usuarios realizan su propia inscripción (Ver Figura 17), la cual debe ser aprobada posteriormente por el administrador (Ver Figura 18). Esta funcionalidad no estaba funcionando correctamente en versiones anteriores debido a problemas de integración con la base de datos.

Figura 15

Oferta de cursos virtuales en la página principal de Meiweb.

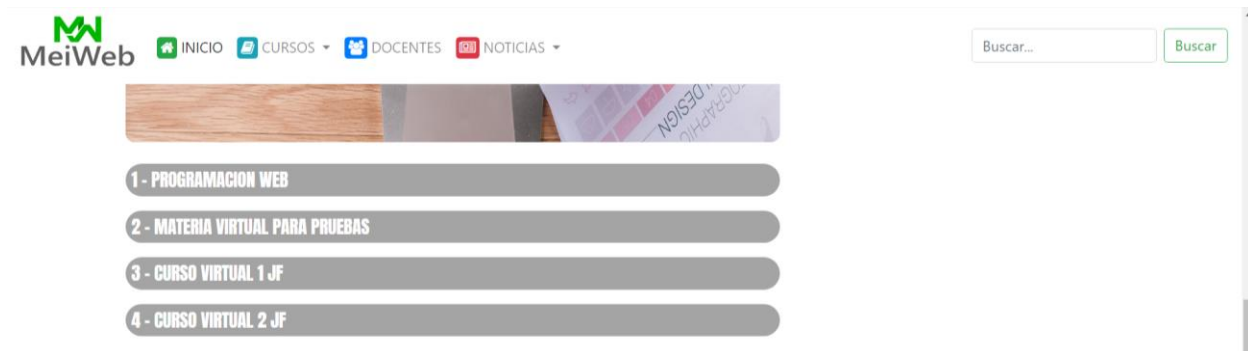


Figura 16

Formulario de inscripción para cursos virtuales en Meiweb.



Buscar...

Bu

PREINSCRIPCION

Diligencie el breve formulario a continuación para poder preinscribirse al curso: MATERIA VIRTUAL LENIN PRUEBAS

NOTA: Todos los campos marcados con asterisco (*) son obligatorios.

Tipo de documento:	<input type="text" value="Cedula de Ciudadania"/>
Documento (*):	<input type="text" value="999999"/>
Confirmar Número de Documento (*):	<input type="text" value="999999"/>
Primer Nombre (*):	<input type="text" value="JUAN"/>
Segundo Nombre:	<input type="text" value="FELIPE"/>
Primer Apellido (*):	<input type="text" value="CHACON"/>
Segundo Apellido:	<input type="text" value="LOPEZ"/>
Teléfono (*):	<input type="text" value="31883920298"/>
Correo Electronico (*):	<input type="text" value="Juanestudiante@gmail.co"/>

Figura 17

Mensaje de confirmación de la preinscripción de un usuario a un curso virtual de Meiweb.

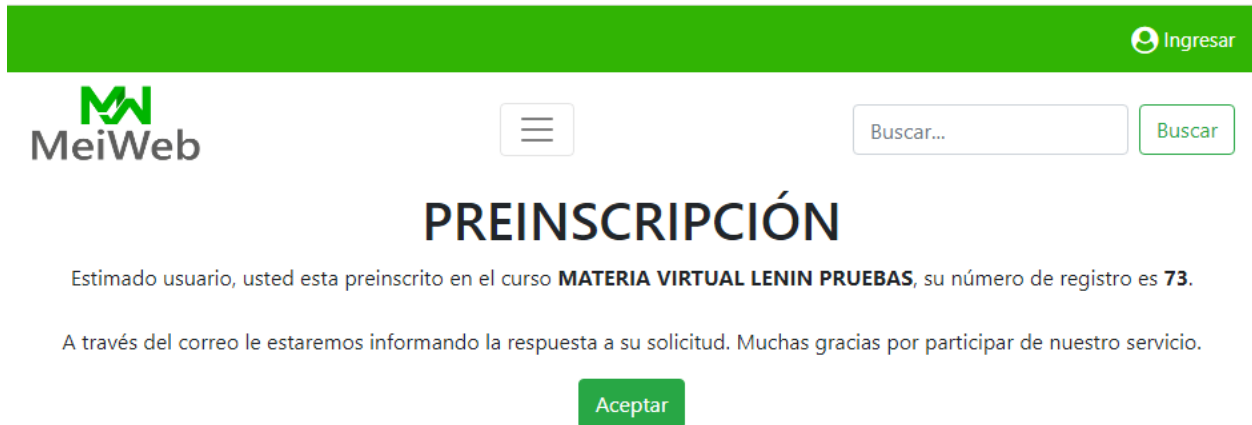
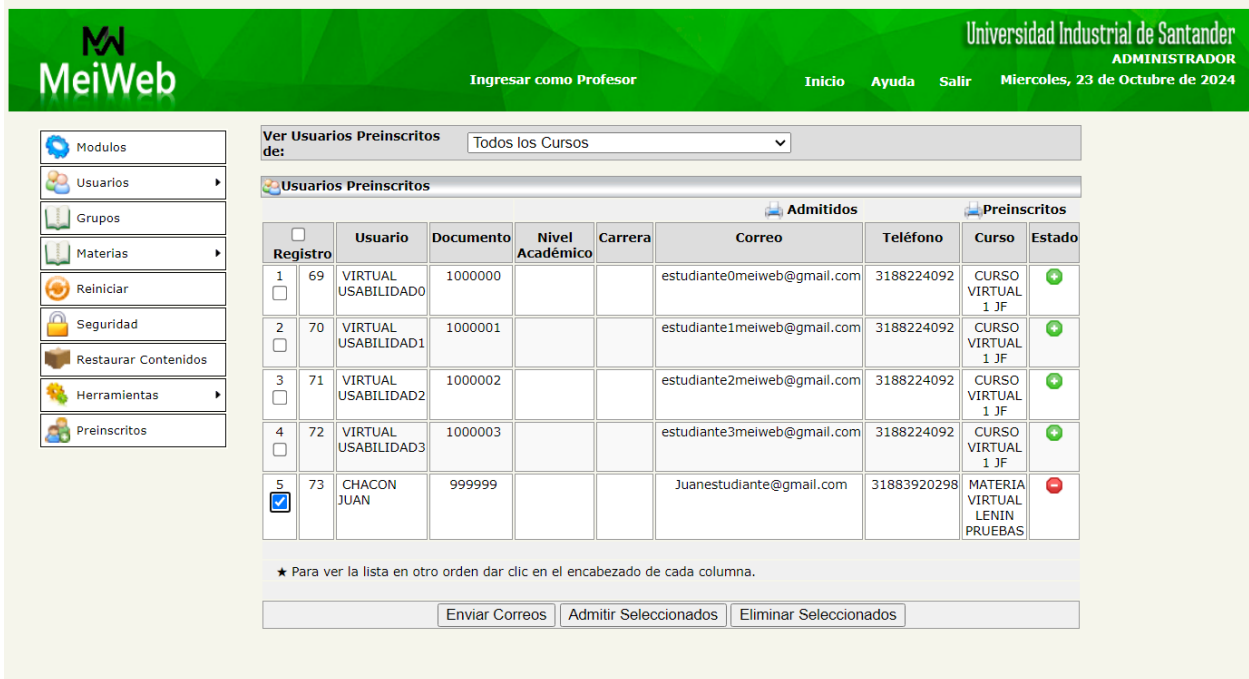


Figura 18

Formulario de preinscritos a los cursos virtuales ofrecidos en Meiwab desde la vista de administrador.



5.2.6. CKEditor

Como parte de las mejoras implementadas en la reingeniería de MEIWEB9, se llevó a cabo la actualización del editor de texto CKEditor, pasando de la versión 2.6.6 a la versión 4.22.1 (Ver Figura 19). Esta actualización era fundamental para mejorar la experiencia del usuario en la gestión y creación de contenidos dentro de la plataforma, ya que el editor es una herramienta clave tanto para estudiantes como para profesores.

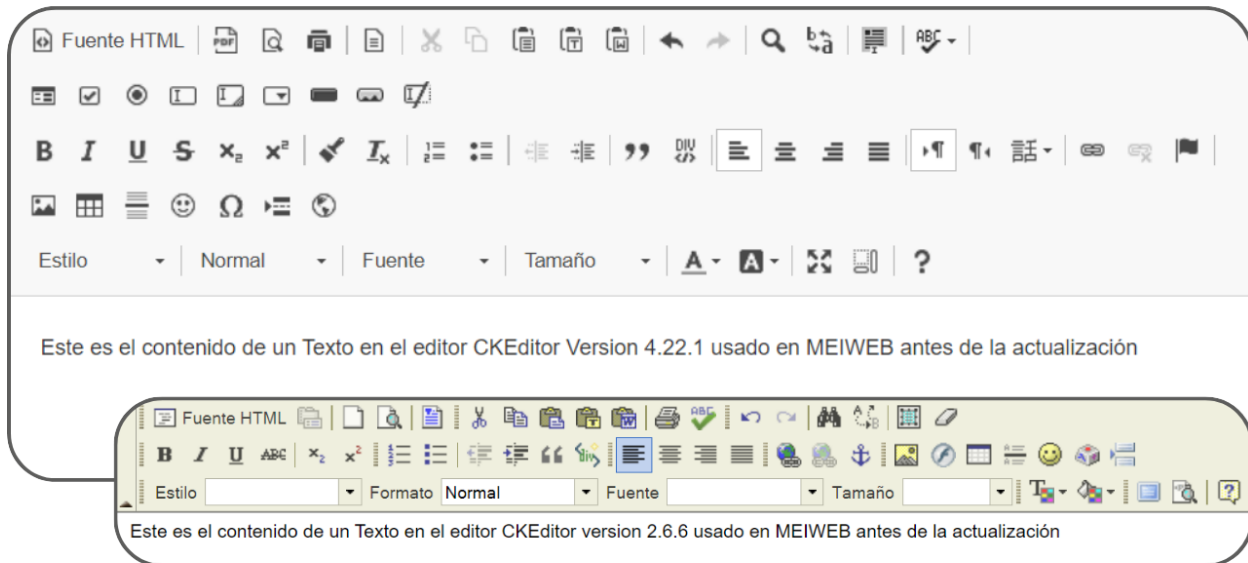
La migración del editor CKEditor fue un proceso crítico que involucró la actualización de todos los módulos y componentes donde el editor se encontraba integrado. Esto requirió la revisión y adaptación de los scripts existentes para asegurar la compatibilidad con la nueva versión.

- **Compatibilidad con versiones anteriores:** Aseguramos que las funciones básicas del editor, como la edición de textos y el manejo de formatos, siguieran funcionando correctamente después de la actualización.
- **Integración con nuevas funcionalidades:** Se implementaron nuevas características del CKEditor 4.22.1, como el soporte para "drag and drop" de imágenes y la edición de código fuente HTML directamente desde el editor. Estas características fueron probadas para garantizar que la experiencia del usuario mejorara de manera notable.

Figura 19

Comparativa de los editores CKEditor Versión 4.22.1 implementado en el proceso de reingeniería y actualización versus CKEditor Versión 2.6.6 usando en Meiwab antes de la reingeniería.

CKEditor Version 4.22.1



CKEditor Version 2.6.6

5.2.7. Corrección de bugs y retroalimentación continua

Durante todo el proceso de desarrollo, se implementó un ciclo de retroalimentación constante. El equipo de pruebas, actuando como usuarios, reportaba los bugs encontrados, que eran documentados y priorizados según su impacto en el sistema. Este enfoque permitió una respuesta rápida y efectiva a los problemas, asegurando que las correcciones se implementaran de manera oportuna.

Para mejorar la experiencia del usuario, se implementaron alertas interactivas en el sistema (ver Tabla 8). Estas alertas proporcionaban notificaciones visualmente atractivas y funcionales, informando a los usuarios sobre el éxito de sus acciones, advertencias y errores de manera clara y efectiva.

Además, durante la fase de desarrollo, se detectaron problemas en varios scripts relacionados con variables vacías o tipos de datos diferentes a los esperados en \$_POST y \$_GET.

Estos errores fueron corregidos y se agregaron líneas de código para controlar estas variables, asegurando que no estuvieran vacías y que tuvieran el tipo de dato correcto. Este control adicional mejoró significativamente la estabilidad y seguridad del sistema.

Cada nueva versión del sistema era sometida a pruebas exhaustivas antes de ser implementada en producción. Este proceso incluyó pruebas unitarias, pruebas de integración y pruebas de aceptación del usuario. La retroalimentación continua y la corrección de bugs garantizaban que el sistema se mantuviera estable y funcional, mejorando constantemente su rendimiento y usabilidad.

5.2.8. Retos y Soluciones.

El proyecto enfrentó varios desafíos significativos a lo largo de su desarrollo. Uno de los principales retos fue la migración de MySQL a MySQLi. La complejidad de este proceso radicaba en la necesidad de revisar y ajustar todas las consultas SQL existentes, asegurando que funcionaran correctamente con la nueva base de datos. Este desafío se superó mediante una planificación meticulosa y pruebas exhaustivas.

Otro reto importante fue la actualización de versiones de tecnologías. La incompatibilidad entre las versiones antiguas y nuevas de PHP, Bootstrap y otros lenguajes de programación requería ajustes significativos en el código. El equipo de desarrollo adoptó un enfoque iterativo, realizando pruebas y ajustes continuos para asegurar una transición suave y sin problemas.

La implementación de AJAX también presentó desafíos, especialmente en términos de asegurar que las nuevas funciones no introdujeran errores ni afectaran el rendimiento del sistema. Este reto se abordó mediante una implementación gradual y pruebas rigurosas, asegurando que cada nueva función funcionara correctamente antes de pasar a la siguiente.

La integración de alertas interactivas en el sistema requirió atención especial para asegurar que las alertas no interrumpieran la experiencia del usuario y se integraran perfectamente con el resto del sistema. Esto se logró mediante pruebas y ajustes continuos, así como mediante la personalización de las alertas para satisfacer las necesidades específicas de la plataforma.

5.2.9. Otras funcionalidades y resultados obtenidos.

Durante el proceso de reingeniería de MEIWEB9, se identificaron y corrigieron diversas áreas de la plataforma que presentaban problemas de funcionamiento, especialmente a raíz de las actualizaciones tecnológicas realizadas. A continuación, se detallan las principales actividades resueltas, agrupadas según su funcionalidad:

5.2.9.1. Mejoras en la Gestión de Evaluaciones y Formularios

Durante la reingeniería, uno de los enfoques principales fue optimizar las evaluaciones y formularios, asegurando una experiencia más fluida para los usuarios:

- **Gestión del tiempo en evaluaciones:** Cuando un estudiante se desconecta durante una evaluación, el sistema ahora permite reiniciar la evaluación por parte del profesor con el tiempo transcurrido. Además, se ha añadido una segunda oportunidad, ajustable por el profesor para casos específicos.
- **Control sobre mensajes emergentes:** Se implementó una lista desplegable que permite al profesor activar o desactivar mensajes emergentes durante las evaluaciones (Ver Figura 20), y se añadió una bitácora para registrar estos eventos (Ver Figura 32).

Figura 20

Formulario para crear una evaluación o quiz en Meiweb resaltando por defecto la opción de mensajes emergentes apagado

Adjuntar Archivos			
Archivo 1:	Seleccionar archivo	Ningún archivo seleccionado	
Archivo 2:	Seleccionar archivo	Ningún archivo seleccionado	
Archivo 3:	Seleccionar archivo	Ningún archivo seleccionado	
Archivo 4:	Seleccionar archivo	Ningún archivo seleccionado	
Archivo 5:	Seleccionar archivo	Ningún archivo seleccionado	
Publicar en Calendario <input checked="" type="checkbox"/>			
Características del Previo:			
Número de Intentos:	1	Disminuir la Nota de cada intento en:	10 %
Forma de Calificar:	Ultimo intento	Tiempo del Previo:	60 Minutos
Barajar Preguntas:	Si	Barajar Respuestas:	Si
Mostrar Nota:	No	Ver mensajes emergentes:	No
Otorgar Incentivo	Otorgar Curva Automatica <input type="checkbox"/>	Nota Adicional <input checked="" type="checkbox"/>	Nota 0
Preguntas Aleatoria			
Tema :		Subtema :	
Grado :		Cantidad :	
0 Preguntas Agregadas			
Nota: Si excede la cantidad máxima de preguntas se seleccionarán el máximo de estas.			
<input type="button" value="Agregar Preguntas"/>			
<input type="button" value="Generar Evaluación Manual"/>		<input type="button" value="Generar Evaluación Automatica"/>	
<input type="button" value="Cancelar"/>			
<input type="button" value="Volver"/>			

- **Sincronización y gestión de tiempo:** Se revisó y ajustó la sincronización de tiempo en actividades y evaluaciones, asegurando un correcto funcionamiento en todo el sistema.
- **Implementación de la función continuar o congelar:** En evaluaciones interrumpidas por desconexiones, se habilitó la opción de continuar desde el punto donde se detuvo, guardando un indicador de las respuestas que llevaba (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). También se dejó la opción de congelar, en caso que los estudiantes estén en evaluación y por algún motivo el profesor vea necesario pausar la evaluación. Ambas funciones se encuentran en la

misma tabla permitiendo realizar acciones por usuario individual o por todos los usuarios del grupo (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 21

Vista de las preguntas de evaluación de un estudiante al que se le cayó la conexión de internet y el profesor le dejó continuar el parcial, las respuestas que había marcado se guardan usando Ajax y luego se le muestran al estudiante de color rojo.

Nota:	El tiempo para este intento es el restante entre el tiempo del examen y utilizado en los intentos anteriores
Valor del Intento:	90%
Archivos Adjuntos:	
Valor Pregunta: 25%	Unica Respuesta
1. aaT1-UR-Fa <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Titulo 1 ContenidoÑ • Subtema: • Grado: Facil • Tipo Unica Respuesta • Autoevaluación: NO 	
<input type="radio"/> 1.- 0 <input type="radio"/> 2.- 0 <input type="radio"/> 3.- 0 <input checked="" type="radio"/> 4.- 1	
Justificación:	
<input type="text"/>	
Valor Pregunta: 25%	Multiple Respuesta
2. T1-MR-Me <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Titulo 1 ContenidoÑ • Subtema: • Grado: Facil • Tipo Multiple Respuesta • Autoevaluación: NO 	
<input type="checkbox"/> 1.- 0% <input checked="" type="checkbox"/> 2.- 0% <input checked="" type="checkbox"/> 3.- 50% <input type="checkbox"/> 4.- 50%	
Justificación:	

Figura 22

Funciones de Continuar y Congelar implementados para cada usuario en particular como para todos los usuarios en general dentro de la vista de resultados del previo

Inicio -> Materia Para Pruebas De Usabilidad -> Evaluaciones -> Ver Evaluación -> Ver Resultados

Resultados del Previo: *Eval 2 NP2 Subgrupo Cla del Grupo N1*

Ver Intento: Ordenar Lista Por:

Modo de Calificación:

Lista de Alumnos

Todo el Grupo

Código	SubGrupo	Nombre del Alumno	Nota	Nota Extra	Nota Definitiva	Continuar Todos	Congelar Todos
1 <input type="checkbox"/>	999	SUB01 PRUEBA PRESENCIAL PRUEBA USABILIDAD4 ESTUDIANTE	0.00	0.00	0.0	Continuar	Congelar
2 <input type="checkbox"/>	7812	SUB01 PRUEBA PRESENCIAL PRUEBA USABILIDAD5 ESTUDIANTE	5.0	0.00	5.0	Continuar	Congelar
3 <input type="checkbox"/>	9993	SUB03 PRUEBA PRUEBA PRUEBA ALUMNO 3 ESTUDIANTE	0.00	0.00	0.0	Continuar	Congelar
4 <input type="checkbox"/>	9994	SUB02 PRUEBA PRUEBA PRUEBA ALUMNO 4 ESTUDIANTE	0.00	0.00	0.0	Continuar	Congelar
5 <input type="checkbox"/>	9995	SUB02 PRUEBA PRUEBA PRUEBA ALUMNO 5 ESTUDIANTE	0.00	0.00	0.0	Continuar	Congelar
6 <input type="checkbox"/>	9996	SUB02 PRUEBA PRUEBA PRUEBA ALUMNO 6 ESTUDIANTE	0.00	0.00	0.0	Continuar	Congelar
7 <input type="checkbox"/>	9990	SUB01 PRUEBA PRUEBA PRUEBA ALUMNO 0 ESTUDIANTE	0.00	0.00	0.0	Continuar	Congelar
8 <input type="checkbox"/>	9991	SUB03 PRUEBA PRUEBA PRUEBA ALUMNO 1 ESTUDIANTE	0.00	0.00	0.0	Continuar	Congelar
9 <input type="checkbox"/>	9992	SUB03 PRUEBA PRUEBA PRUEBA ALUMNO 2 ESTUDIANTE	0.00	0.00	0.0	Continuar	Congelar

Se ha detectado una Violacion de Seguridad, por favor verifique su backup de notas

5.2.9.2. Mejoras en la Interfaz y Funcionalidades del Sistema

Otro conjunto de mejoras se centró en la optimización de la interfaz de usuario y la implementación de funcionalidades adicionales para facilitar el trabajo de estudiantes y profesores:

- **Botones de control en formularios:** Se añadieron botones de control al inicio de los formularios, permitiendo acciones como enviar correos externos y otras funcionalidades (Ver Figura 23). Todos los formularios fueron revisados para asegurar su correcto funcionamiento.

Figura 23

Formulario de envío de correo electrónico, resaltando los botones de control arriba y debajo de la página para facilitar su accesibilidad al igual que la acción de enviar correos con copia al correo externo

Inicio -> Materia Para Pruebas De Usabilidad -> Banco de Preguntas

Ordenar por tema: Todos... Exportar Preguntas / Cargar Preguntas

Crear Pregunta Validar Preguntas Autoevaluación Clonar Seleccionados Volver

Tema: Titulo 1 ContenidoÑ								
Número	ID I	Pregunta	Tipo	Visualizar	Editar	Clonar	Eliminar	
<input type="checkbox"/>	1	- 61	aaT1-UR-Fa Tema: Titulo ...	Unica Respuesta				
<input type="checkbox"/>	2	- 62	T1-MR-Me Tema: Titulo 1 ...	Multiple Respuesta				
<input type="checkbox"/>	3	- 64	T1-FV-Di Tema: Titulo 1 ...	Falso o Verdadero				

Preguntas Clonadas

No Existen Preguntas de este Tema

Tema: Titulo 2 ContenidoÑ								
Número	ID I	Pregunta	Tipo	Visualizar	Editar	Clonar	Eliminar	
<input type="checkbox"/>	1	- 65	T2-AR-Fa Tema:...	Analisis de Relacion				
<input type="checkbox"/>	2	- 66	T2-PA-Me Tema: Titulo 2 ...	Pregunta Abierta				
<input type="checkbox"/>	3	- 67	T2-RC-Di Tema: Titulo 2 ...	Relacion de columnas				

Preguntas Clonadas

Número	ID I	Padre	Pregunta	Tipo	Visualizar	Editar	Clonar	Eliminar	
<input type="checkbox"/>	1	- 96	66	cl-T2-PA-Me Tema: Titulo...	Pregunta Abierta				
<input type="checkbox"/>	2	- 95	67	cl-T2-RC-Di Tema: Titulo...	Relacion de columnas				

Tema: Titulo 3 ContenidoÑ								
Número	ID I	Pregunta	Tipo	Visualizar	Editar	Clonar	Eliminar	
<input type="checkbox"/>	1	- 68	T3-UR-Fa Tema: Titulo 3 ...	Unica Respuesta				
<input type="checkbox"/>	2	- 69	T3-FV-Me Tema: Titulo 3 ...	Falso o Verdadero				
<input type="checkbox"/>	3	- 70	T3-FV-Di Tema: Titulo 3 ...	Falso o Verdadero				

- **Manejo de notas:** Se corrigió un error en la plataforma que no aceptaba notas con decimales, permitiendo ahora un mínimo de 0,1 (Ver Figura 25). Además, se especificó el número máximo de preguntas para las autoevaluaciones y se ajustó la interfaz de notas para su integración con el sistema de la UIS (Ver Figura 10), facilitando la subida automática de notas.

Figura 25

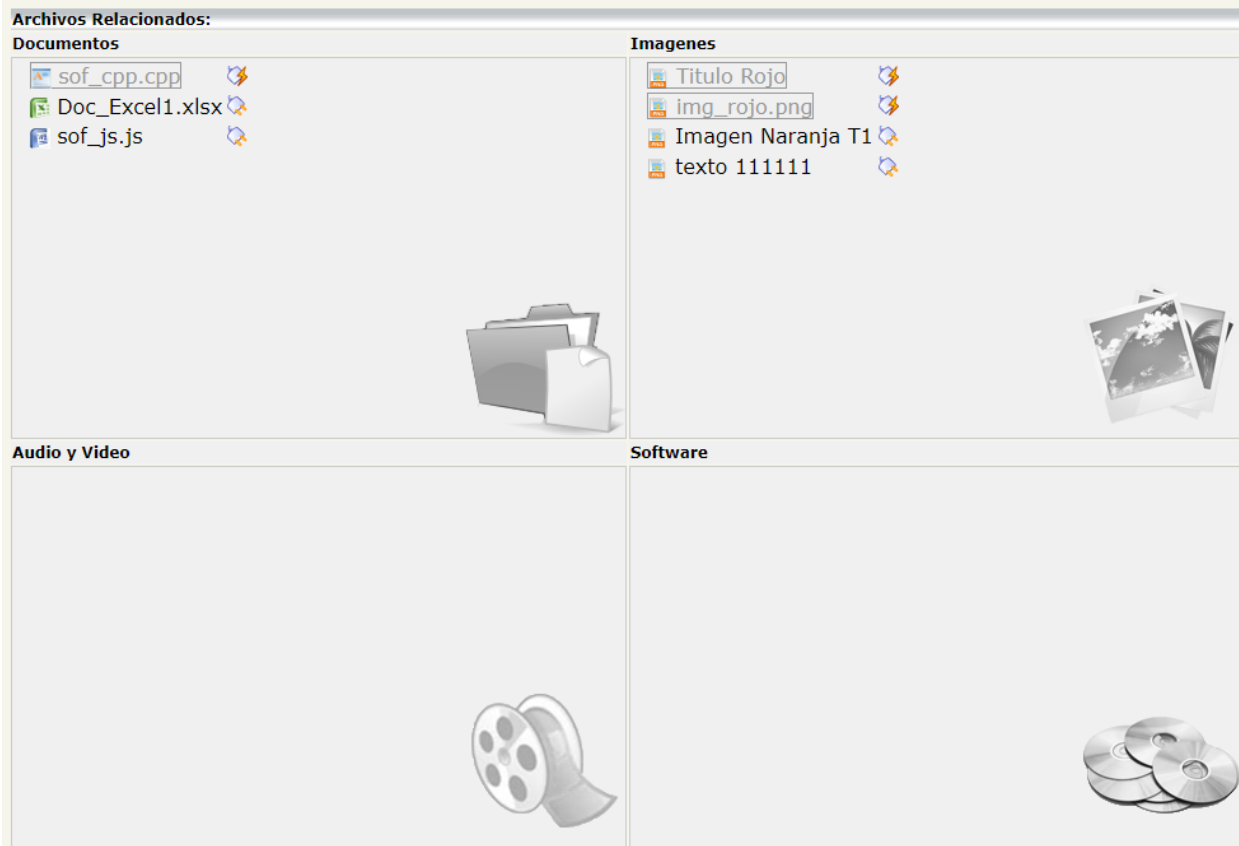
Vista del módulo de calificaciones el cual ya recibe notas de mínimo 0.0 y máximo 5.0

Asignatura:MATERIA PARA PRUEBAS DE USABILIDAD Grupo:Ñ1																	
Codigo	Grupo Clase	Grupo Inv	Alumno	NP1	NP3	NP4	NP2	NP5	NP6	NP7	NP8	NP9	NP10	NP11	NP12	NP13	PrevioQuiz
				5%	10%	10%	5%	5%	10%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	1%	0%
1	7812	SUB01 PRUEBA	---	PRESENCIAL PRUEBA USABILIDAD5 ESTUDIANTE	1.7	2.9	5.0	2.3	4.3	0.0	0.0	5.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2	999	SUB01 PRUEBA	---	PRESENCIAL PRUEBA USABILIDAD4 ESTUDIANTE	4.2	2.9	4.0	2.3	5.0	0.0	5.0	2.5	3.3	0.0	0.0	4.2	0.0
3	9990	SUB01 PRUEBA	---	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 0 ESTUDIANTE	0.0	2.9	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	9991	SUB03 PRUEBA	---	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 1 ESTUDIANTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	9992	SUB03 PRUEBA	---	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 2 ESTUDIANTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	9993	SUB03 PRUEBA	---	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 3 ESTUDIANTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	9994	SUB02 PRUEBA	---	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 4 ESTUDIANTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	9995	SUB02 PRUEBA	---	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 5 ESTUDIANTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	9996	SUB02 PRUEBA	---	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 6 ESTUDIANTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

- **Adjunto de archivos:** Se corrigieron errores en el módulo de adjunto de archivos, que previamente presentaba fallos al intentar subir archivos en algunas áreas de la plataforma. Después del proceso de reingeniería y correcciones de estos errores ya se pueden subir diferentes tipos de archivos a la plataforma (Ver Figura 26).

Figura 26

Archivos adjuntos cargados por el profesor en el módulo de Contenidos



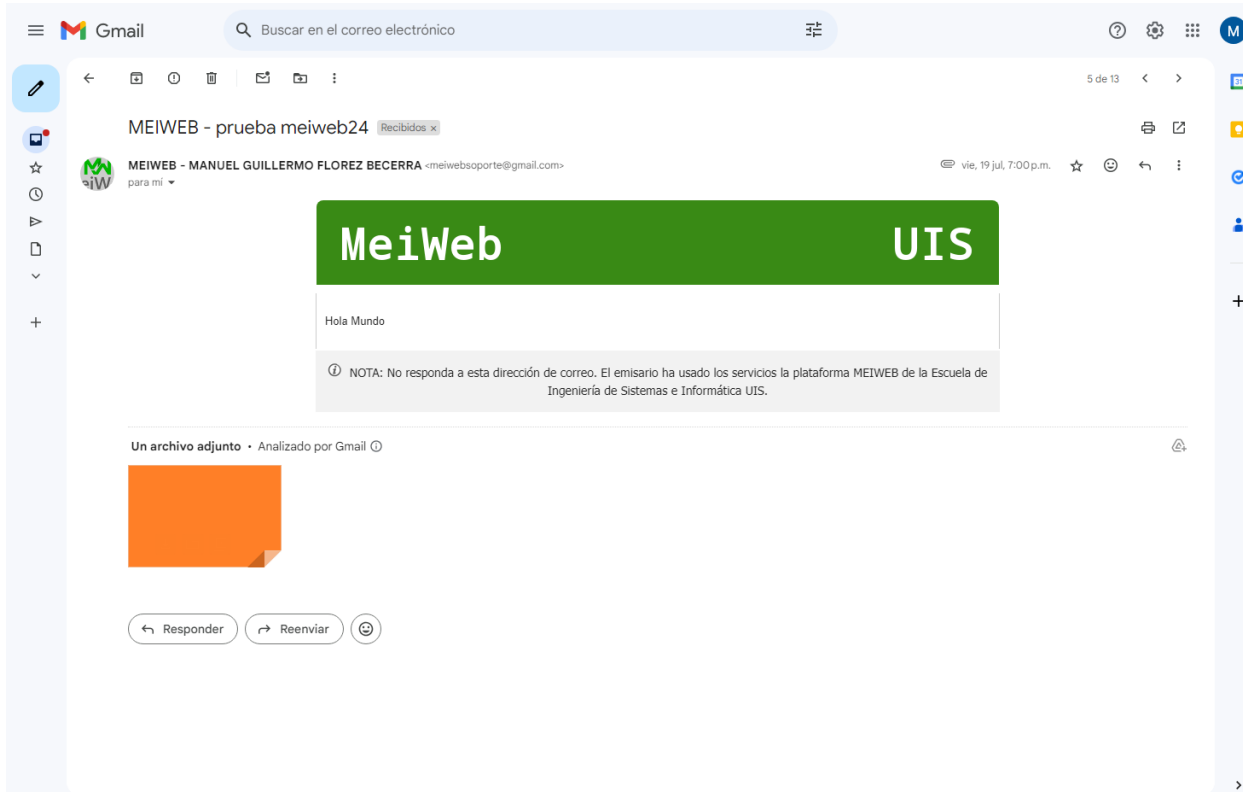
5.2.9.3. Optimización de Correos y Funcionalidades de Asistencia

La gestión de correos y asistencia también fue mejorada, con el objetivo de proporcionar una mayor eficiencia y trazabilidad:

- **SMTP para correos:** Se implementó el uso de SMTP para enviar correos a través de Gmail (Ver Figura 27), mejorando la fiabilidad en el envío de correos.

Figura 27

Correo enviado al correo externo de un estudiante el cual contiene asunto, texto y archivos adjuntos



- Indicador de copias de correos:** Se añadió un indicador que muestra si un correo fue enviado con copia a una dirección externa (Ver Figura 28).

Figura 28

Vista de la bandeja de salida de los correos con la columna que indica sí el correo fue enviado con copia al correo externo.

Bandeja de Salida							Materia: --Seleccione Materia--
Redactar Correo							Volver
	Enviado a	Correo externo	Grupo	Materia	Asunto	Fecha	
	GRUPO	Si	A1 *	CURSO DE PROFUNDIZACION	CCE12	7 de Octubre de 2024, 16:00:39	
	GRUPO	Si	Ñ1 *	MATERIA PARA PRUEBAS DE USABILIDAD	CCE2	7 de Octubre de 2024, 15:59:24	
	GRUPO	No	005 *	ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	CCE1	7 de Octubre de 2024, 15:51:38	
	GRUPO	Si	Ñ1 *	MATERIA PARA PRUEBAS DE USABILIDAD	RE: Actividad Taller prueba JFCL 2024_09_24	24 de Septiembre de 2024, 22:08:42	
	GRUPO	Si	Ñ1 *	MATERIA PARA PRUEBAS DE USABILIDAD	RE: Materia AAMATERIA JFN PRESENCIAL Grupo Ñ1 Subgrupo SUB01 PRUEBA	25 de Julio de 2024, 06:42:20	
	GRUPO	No	A1 *	CURSO DE PROFUNDIZACION	Corre Prueba 1	14 de Julio de 2024, 13:38:09	
	GRUPO	No	Ñ1 *	MATERIA PARA PRUEBAS DE USABILIDAD	Correo de prueba despues del reinicio	12 de Julio de 2024, 22:55:52	

- Mejoras en el módulo de asistencia:** Se mejoró el listado de asistencias, implementando un mantenimiento para evitar la acumulación de registros antiguos y ralentizaciones. También se incluyó la funcionalidad de desplegar el número total de estudiantes por grupo (Ver Figura 29). Adicionalmente, desde el modulo de estudiante, se muestra de manera detallada todo el registro de asistencias del estudiante de manera individual (Ver Figura 30).

Figura 29

Vista del profesor para la toma de asistencia de todo el grupo de la materia con Ajax implementado.

Ver Alumnos de:	Ñ1 MATERIA PARA PRUEBAS DE USABILIDAD	Ordenar Lista Por:	Apellido	Exportar	Importar	
Fecha:	23/10/2024	Buscar Alumnos	Reiniciar			
Tomar lista de asistencia de Alumnos						
Grupo:	Ñ1 MATERIA PARA PRUEBAS DE USABILIDAD	Guardar	Actualizar	Imprimir Lista		
Total de registros:9						
Código	Nombre del Alumno	Asistio	Falla	Retardo	Horas	Acumulado
999	PRESENCIAL PRUEBA USABILIDAD4 ESTUDIANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0	7
7812	PRESENCIAL PRUEBA USABILIDAD5 ESTUDIANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0	4
9990	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 0 ESTUDIANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0	0
9991	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 1 ESTUDIANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0	12
9992	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 2 ESTUDIANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0	3
9993	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 3 ESTUDIANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0	1
9994	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 4 ESTUDIANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0	5
9995	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 5 ESTUDIANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0	2
9996	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 6 ESTUDIANTE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0	1

Figura 30

Vista la lista de asistencia del alumno desde el módulo de estudiante

Lista de asistencias del alumno				
Materia:	Grupo: Ñ1			Imprimir asistencias
Fecha	Nº Horas	Asistio	Falla	Retardo
06/07/2024	0	X		
07/07/2024	2		X	
08/07/2024	0	X		
09/07/2024	1			X
10/07/2024	2		X	
11/07/2024	2		X	
12/07/2024	0	X		
Total horas:	7			

5.2.9.4. Funcionalidades Especiales

- **Módulo de coevaluaciones:** Se implementaron restricciones para asegurar que los estudiantes no puedan eliminar ni volver a subir archivos una vez completada una coevaluación (Ver Figura 31).

Figura 31

Vista del estudiante una vez envía la respuesta de la Coevaluación, donde puede ver lo que respondió, pero no puede eliminar ni modificar su respuesta.

Inicio -> Materia Para Pruebas De Usabilidad -> Actividades -> Ver Actividad -> Respuesta Actividad	
Enviada por:	999 USABILIDAD4 ESTUDIANTE PRESENCIAL PRUEBA Nota: Sin Evaluar
Fecha de Envío:	Lunes 8 de Julio de 2024, 10:15 am
Descripción:	
Respuesta coevaluacion Estudiante 4	
Volver	

- **Función de desbloqueo manual:** Se añadió una función que permite a los profesores desbloquear manualmente las sesiones de los estudiantes en caso de que estas queden abiertas accidentalmente (Ver Figura 32).

Figura 32

Lista de estudiantes de una materia, con sus checkboxes funcionales, acceso a la bitácora de cada estudiante, botones de bloqueo y desbloqueo de sesión, envío de correo y demás

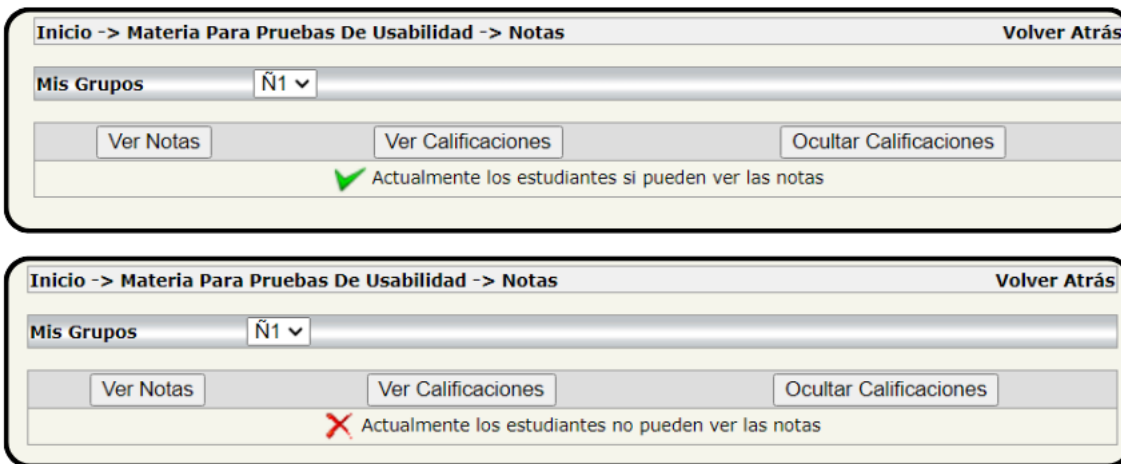
Ver Alumnos							
MATERIA PARA PRUEBAS DE USABILIDAD							
<input type="checkbox"/>							Imprimir Lista
Grupo Ñ1							
Ver Subgrupos							
Código	Nombre del Alumno		Editar	Bitacora	Desbloquear	BloquearSess	Correo
1 <input type="checkbox"/> 999	PRESENCIAL PRUEBA USABILIDAD4 ESTUDIANTE						
2 <input type="checkbox"/> 7812	PRESENCIAL PRUEBA USABILIDAD5 ESTUDIANTE						
3 <input type="checkbox"/> 9990	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 0 ESTUDIANTE						
4 <input type="checkbox"/> 9991	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 1 ESTUDIANTE						
5 <input type="checkbox"/> 9992	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 2 ESTUDIANTE						
6 <input type="checkbox"/> 9993	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 3 ESTUDIANTE						
7 <input type="checkbox"/> 9994	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 4 ESTUDIANTE						
8 <input type="checkbox"/> 9995	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 5 ESTUDIANTE						
9 <input type="checkbox"/> 9996	PRUEBA PRUEBA ALUMNO 6 ESTUDIANTE						

Nota: El alumno auxiliar, necesita primero crear el estudiante y despues dar en editar y seleccionar como auxiliar.

- Botones de control en calificaciones:** Se añadieron botones de control para que los profesores puedan decidir si los estudiantes pueden o no ver sus calificaciones en determinados momentos (Ver Figura 33).

Figura 33

Ejemplo de botones cuando las estudiantes pueden ver las calificaciones (imagen 1) y los estudiantes no pueden ver las calificaciones (imagen 2) con los respectivos botones que muestran u ocultan las calificaciones




5.2.9.5. Seguridad y Monitoreo.

- **Módulo de IP de conexiones:** Se reactivó el módulo que permite ver las direcciones IP desde las que los estudiantes acceden a la plataforma. Este módulo, ahora funcional, permite monitorear tanto a nivel general del grupo como en evaluaciones específicas, asegurando que los estudiantes inicien sesión desde equipos autorizados (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 34

Vista de la tabla de direcciones IP donde el profesor puede ver la IP donde se conecta el estudiante, el tiempo que lleva en sesión y para el caso de las evaluaciones el tiempo que lleva en la misma.

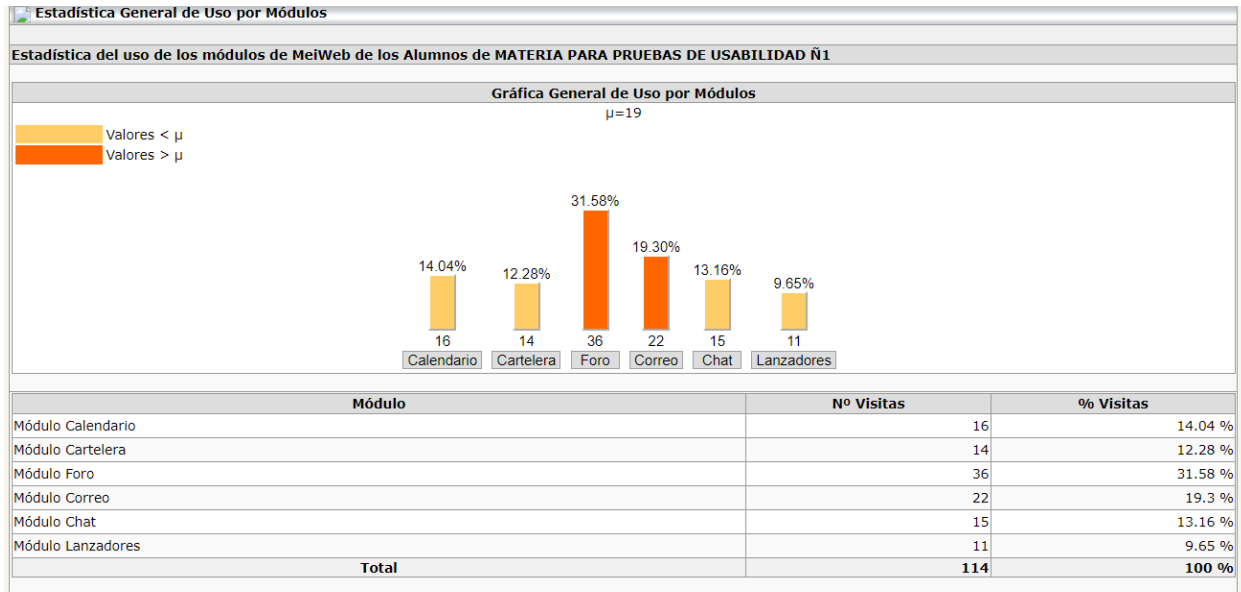
 Refrescar Lista de IP's												
 tabla de estudiantes conectados para la asignatura: "MATERIA PARA PRUEBAS DE USABILIDAD"												
 Ver Usuarios												
conectados	Código	Grupo	Nombre del Alumno	Estado	Intentos	IP	Hora Inicio Sesion	Tiempo Transcurrido Sesion	Hora Inicio Intento	Tiempo Transcurrido Intento	Tiempo Restante Evaluacion	Bloquear
1	999	PRUEBA	PRESENCIAL PRUEBA USABILIDAD4 ESTUDIANTE	0		10.0.40.36	21:40:54	00:01:33				

[< Volver](#)

- **Corrección de problemas de bloqueo en cambio de dispositivo:** Se corrigió el bloqueo de usuarios que intentaban cambiar de dispositivo durante una sesión. Ahora el sistema gestiona correctamente los cierres de sesión y los cambios de equipo.
- **Módulo de estadísticas:** Se revisó y corrigió el módulo de estadísticas (Ver Figura 35), que presentaba errores al generar gráficas debido a incompatibilidades con las nuevas versiones de PHP.

Figura 35

Vista del módulo de estadísticas para un grupo de Meiweb.



6. Fase de pruebas

La fase de pruebas es un componente crucial en el ciclo de vida del desarrollo de software. En este proyecto, se implementaron diversas estrategias de prueba para asegurar que la plataforma de e-learning reingenierizada fuera estable, funcional y lista para el uso en entornos reales. Las pruebas se llevaron a cabo en tres entornos distintos, cada uno con un propósito específico. Esta sección detalla el enfoque, las metodologías y los resultados obtenidos durante la fase de pruebas del proyecto.

6.1. Tipos de pruebas realizadas

Las pruebas realizadas se pueden categorizar de la siguiente manera:

1. **Pruebas de Usabilidad:** Se realizaron manualmente para evaluar la facilidad de uso y la experiencia del usuario. Estas pruebas se centraron en aspectos como la navegación,

- la comprensión de la interfaz y la facilidad con la que los usuarios podían realizar tareas específicas.
2. **Pruebas Funcionales:** Verificación de que todas las funcionalidades del sistema cumplen con los requisitos especificados. Esto incluyó pruebas de cada funcionalidad individual, como el envío y recepción de correos, la creación y gestión de actividades y evaluaciones, y la gestión de calificaciones.
 3. **Pruebas de Integración:** Aseguramiento de que los diferentes módulos del sistema interactúan correctamente entre sí. Estas pruebas se centraron en la interacción entre el frontend y el backend, así como en la comunicación entre diferentes servicios y componentes del sistema.
 4. **Pruebas de Rendimiento:** Evaluación del comportamiento del sistema bajo condiciones de carga y estrés. Estas pruebas incluyeron la simulación de múltiples usuarios accediendo al sistema simultáneamente para evaluar cómo el sistema manejaba la carga y asegurarse de que el rendimiento seguía siendo aceptable.
 5. **Pruebas de Aceptación del Usuario:** Planeadas para ser realizadas en un entorno real con estudiantes y profesores, estas pruebas asegurarán que el sistema cumple con las expectativas y necesidades de los usuarios finales. Incluirán la participación de usuarios reales que utilizarán la plataforma en sus actividades diarias, permitiendo identificar cualquier problema de usabilidad o funcionalidad no detectado en pruebas anteriores.

6.2. Metodología de Pruebas

La metodología seguida para las pruebas combinó pruebas automatizadas y manuales:

- **Pruebas Manuales:** Fueron esenciales para evaluar la usabilidad y funcionalidad desde la perspectiva del usuario. Los desarrolladores y el director de tesis realizaron estas pruebas, tratando de replicar todos los casos de uso posibles. Cada funcionalidad se probó minuciosamente, documentando cualquier problema encontrado.
- **Pruebas Automatizadas:** Aunque limitadas, se utilizaron para realizar pruebas de regresión y asegurarse de que los cambios no introdujeran nuevos errores. Las pruebas automatizadas permitieron una validación rápida y repetitiva de las funcionalidades claves del sistema.

6.3. Entornos de prueba Utilizados

Se utilizaron tres entornos distintos para las pruebas (Ver Figura 36), cada uno con un propósito específico:

- **Meiweb9:** Esta era la línea base del proyecto, la versión más antigua en producción sin modificaciones. Sirvió como referencia para comparar qué no funcionaba antes. No se realizaron cambios en esta versión, y se utilizó para evaluar el estado inicial del sistema.
- **Meiweb19:** Plataforma de desarrollo y prueba, donde se realizaron todas las modificaciones, pruebas de reingeniería y validaciones preliminares utilizando datos de prueba. Aquí se hicieron todas las implementaciones y se realizaron las pruebas iniciales. Los desarrolladores utilizaron esta plataforma para probar nuevas funcionalidades y corregir errores.

- **Meiweb24:** Nueva plataforma de producción. Tras la validación en meiweb19, los cambios se migraban a esta plataforma para realizar pruebas con datos reales. El director del proyecto utilizó este entorno para pruebas de usabilidad con datos reales, asegurándose de que todas las funcionalidades funcionaban correctamente en un entorno de producción.

Figura 36

Este proyecto contó con tres plataformas, Meiweb9 como línea base, Meiweb19 para el desarrollo y Meiweb24 para despliegue y pruebas con usuarios finales.



6.4. Proceso de Pruebas y Corrección de Bugs.

El proceso de pruebas involucró tanto al desarrollador como al director de tesis, quienes realizaron pruebas de usabilidad manuales en cada funcionalidad y sección de la plataforma. Se

intentaron replicar todos los casos de uso posibles, incluyendo actividades, evaluaciones, calificaciones, envío y recepción de correos, y otras funcionalidades clave de la plataforma e-learning.

1. **Pruebas Detalladas por Sección:** Durante las pruebas, cada sección del sistema fue probada en detalle. Se verificaron todas las funciones adjuntas a cada sección, como botones, formularios y consultas a la base de datos.
2. **Documentación de Errores:** Cuando se detectaba algún error, bug o comportamiento inusual, se documentaba meticulosamente. Estos problemas se registraban en un programa de seguimiento de errores, indicando el módulo afecta, la naturaleza del problema y el nivel de prioridad para su corrección.
3. **Corrección en Entorno de Desarrollo:** Los errores documentados se corregían en la plataforma meiweb19. Los desarrolladores analizaban cada error, identificaban la causa del mismo y aplicaban la solución adecuada. Una vez corregidos, los cambios eran desplegados en meiweb24 para continuar con el proceso de pruebas.
4. **Validación y Migración de Cambios:** Después de que los cambios eran validados en meiweb19, se migran a meiweb24. Este entorno servía para realizar pruebas con datos reales y asegurar que los cambios no introdujeran nuevos problemas en el entorno de producción.

6.4.1. Herramientas de Pruebas utilizadas

La fase de pruebas y la corrección de bugs se apoyaron en varias herramientas para asegurar un proceso eficiente y efectivo:

- **php_error.log:** Registro de errores de PHP utilizado para detectar y documentar errores en tiempo real. Esta herramienta permitió al equipo de desarrollo registrar y analizar los errores sin mostrarlos a los usuarios finales.
- **error_log():** Función de PHP utilizada para registrar errores en el archivo de log. Esta práctica reemplazó el uso de `echo` y `print_r` para la depuración, siguiendo buenas prácticas de desarrollo
- **Sistema de Seguimientos de Bugs:** Durante la fase de pruebas se usaron varios sistemas específicos hasta elegir Notion, se utilizó esta herramienta para documentar y gestionar los errores encontrados durante las pruebas. Esta herramienta permitió un seguimiento detallado del estado de cada error y su solución.

6.4.2. Criterios de Aceptación.

Para asegurar que las pruebas fueran efectivas y los resultados fueran significativos, se establecieron criterios de aceptación claros:

- **Funcionamiento Correcto de Funcionalidades Clave:** Cada funcionalidad debía estar trabajando correctamente sin errores o comportamientos anormales
- **Rendimiento Aceptable:** El sistema debía ser capaz de manejar la carga esperada sin una degradación significativa del rendimiento.
- **Usabilidad Adecuada:** La plataforma debía ser intuitiva y fácil de usar para todos los tipos de usuarios (estudiantes, profesores y administradores).
- **Seguridad:** Todas las medidas de seguridad implementadas debían funcionar correctamente para proteger los datos del usuario y la integridad de la plataforma.

6.5. Resultados de las pruebas

Las pruebas resultaron en un sistema completamente funcional y estable, listo para ser utilizado en entornos reales. La validación final incluye pruebas con estudiantes y profesores, quienes trabajan directamente con la plataforma en condiciones reales de uso. Estas pruebas permiten confirmar que el sistema cumple con los requisitos y expectativas tanto de los desarrolladores como de los usuarios finales.

- **Pruebas de Usabilidad:** Los usuarios reportaron que las nuevas funcionalidades y el uso de Ajax era intuitivo y fácil de usar, mejorando significativamente la experiencia en comparación a la versión anterior.
- **Pruebas Funcionales:** Todas las funciones clave, como la gestión de actividades y evaluaciones, se validaron que funcionaran correctamente sin errores.
- **Pruebas de integración:** Se aseguró el flujo de trabajo entre los diferentes módulos del sistema funcionara sin interrupciones ni problemas de interacción.
- **Pruebas de Rendimiento:** El sistema manejó adecuadamente la carga esperada, demostrando ser robusto y eficiente.
- **Pruebas de Aceptación del Usuario:** Los usuarios finales, incluidos estudiantes y profesores, participaron en la validación final, permitiendo confirmar que el sistema cumplía con sus expectativas y necesidades.

6.6. Retos y Soluciones.

Durante la fase de pruebas se enfrentaron varios retos, que fueron abordados con soluciones efectivas:

- **Cobertura de Casos de Uso:** Asegurar que todos los posibles casos de uso fueran cubiertos fue un desafío. La estrecha colaboración entre el desarrollador y el director de tesis permitió identificar y probar exhaustivamente todos los escenarios.
- **Migración de Cambios:** La migración de cambios entre los diferentes entornos de prueba y producción requirió una coordinación cuidadosa. Se implementaron procedimientos claros para asegurar que ninguna funcionalidad crítica se viera afectada negativamente.
- **Detección de Errores en Tiempo Real:** La transición a utilizar `php_error.log` y `error_log()` en lugar de `echo` y `print_r` mejoró significativamente la detección y resolución de errores, permitiendo al equipo de desarrollo reaccionar rápidamente a los problemas encontrados.

6.7. Resultados Finales de las Pruebas.

Las pruebas exhaustivas realizadas en los diferentes entornos garantizaron que el sistema fuera robusto y fiable. Los resultados obtenidos indican que el sistema está listo para su implementación en un entorno de producción con usuarios reales. El proceso de pruebas permitió identificar y corregir numerosos errores, mejorando significativamente la calidad del software.

1. **Pruebas de Usabilidad:** La interfaz del usuario mejoró notablemente, facilitando la navegación y el uso eficiente del sistema.
2. **Pruebas Funcionales:** Todas las funciones esenciales del sistema funcionaron correctamente, sin errores.
3. **Pruebas de Integración:** Los diferentes módulos del sistema interactuaron de manera fluida, asegurando una experiencia de usuario coherente.

4. **Pruebas de Rendimiento:** El sistema mostró un rendimiento sólido bajo condiciones de carga, manejando múltiples usuarios simultáneamente sin problemas significativos.
5. **Pruebas de Aceptación del Usuario:** Se espera que los usuarios finales, incluidos estudiantes y profesores, encuentren el sistema satisfactorio, cumpliendo con sus expectativas y necesidades.

7. Conclusiones

El proyecto de reingeniería de la plataforma de e-learning ha resultado en mejoras significativas en funcionalidad, rendimiento y robustez. La actualización de tecnologías clave como PHP, Bootstrap y MySQL, junto con la implementación de AJAX, ha optimizado el sistema, haciéndolo más rápido y eficiente. El rediseño de la interfaz de usuario ha mejorado notablemente la usabilidad, permitiendo a estudiantes y profesores realizar sus tareas de manera más intuitiva y eficiente.

Las pruebas exhaustivas, realizadas en tres entornos distintos, garantizaron que todas las funcionalidades del sistema cumplieran con los requisitos especificados y fueran estables bajo condiciones de carga. La migración a MySQLi y el uso de `php_error.log` y `error_log()` en lugar de `echo` y `print_r` han mejorado tanto la seguridad como la mantenibilidad del sistema.

La validación con usuarios reales es fundamental para confirmar que el sistema no solo es funcional, sino también apreciado por su facilidad de uso y eficiencia. Es esencial incluir la participación de estudiantes y profesores en estas validaciones para así poder asegurar que la plataforma cumple con sus expectativas, proporcionando una experiencia de aprendizaje y enseñanza mejorada.

En resumen, el proyecto ha logrado sus objetivos de modernización y mejora, resultando en una plataforma de e-learning más robusta, segura y amigable para el usuario. Esto posiciona al sistema para un uso eficiente y efectivo en entornos educativos reales, cumpliendo con las necesidades actuales y futuras de los usuarios.

8. Recomendaciones y trabajos futuros.

8.1.Recomendaciones

- **Monitoreo y Evaluación Continua:** Es fundamental implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar el rendimiento y la usabilidad de la plataforma. Esto permitirá identificar y resolver problemas de manera proactiva, asegurando que la plataforma se mantenga eficiente y funcional a lo largo del tiempo.
- **Capacitación para Usuarios:** Para maximizar el aprovechamiento de las mejoras implementadas, se recomienda realizar sesiones de capacitación para estudiantes y profesores. Esto ayudará a los usuarios a familiarizarse con las nuevas funcionalidades y a utilizar la plataforma de manera más efectiva.
- **Mejoras en la Seguridad:** Aunque la reingeniería ha mejorado significativamente la seguridad, es importante realizar auditorías de seguridad periódicas. Estas auditorías ayudarán a identificar y mitigar cualquier nueva vulnerabilidad que pueda surgir.
- **Feedback de Usuarios:** Establecer canales de comunicación abiertos para recoger el feedback de los usuarios es crucial. Esto permitirá hacer ajustes y mejoras continuas basadas en las necesidades y experiencias de los usuarios finales.

- **Integración de Nuevas Tecnologías:** Mantenerse al día con las nuevas tecnologías y tendencias en e-learning es esencial. Se recomienda explorar la integración de tecnologías emergentes como inteligencia artificial y aprendizaje adaptativo para mejorar aún más la experiencia del usuario.

8.2.Trabajos Futuros

- **Desarrollo de Módulos Adicionales:** Considerar el desarrollo de módulos adicionales que puedan expandir las funcionalidades de la plataforma. Esto podría incluir herramientas avanzadas de análisis de datos para monitorear el progreso del aprendizaje, así como funcionalidades para la gestión de proyectos y colaboración en línea.
- **Optimización Móvil:** Continuar mejorando la optimización de la plataforma para dispositivos móviles. A medida que más usuarios acceden a la plataforma desde dispositivos móviles, es esencial asegurar que la experiencia de usuario sea consistente y eficiente en todos los dispositivos.
- **Investigación en Usabilidad:** Realizar estudios de usabilidad más profundos para identificar áreas adicionales de mejora. Estos estudios pueden ayudar a desarrollar interfaces más intuitivas y mejorar la experiencia general del usuario.
- **Personalización del Aprendizaje:** Desarrollar funcionalidades que permitan la personalización del aprendizaje. Esto podría incluir la creación de perfiles de usuario más detallados y la recomendación de contenidos específicos basados en el progreso y las preferencias de cada estudiante.

- **Expansión Internacional:** Explorar la posibilidad de expandir la plataforma a nivel internacional. Esto implicaría adaptaciones lingüísticas y culturales para asegurar que la plataforma sea accesible y útil para usuarios de diferentes países y contextos educativos.
- **Análisis de Impacto:** Implementar un sistema de análisis de impacto para evaluar el efecto de las mejoras realizadas en el rendimiento académico de los estudiantes y la eficiencia de los profesores. Esto proporcionará datos valiosos para futuras decisiones de desarrollo y mejoras.
- **Publicación de Artículo Académico:** Considerar la publicación de un artículo académico que describa las funcionalidades importantes para una buena enseñanza y aprendizaje en plataformas de e-learning. Basándose en la experiencia y los resultados obtenidos durante este proyecto, el artículo podría servir como guía para otros desarrolladores y educadores, destacando las mejores prácticas y los elementos esenciales que deben incluirse en una plataforma de e-learning efectiva.

Referencias

- Antolínez Becerra, M. J., & Rubiano Arciniegas, D. A. (2009). Diseño y desarrollo de meiweb versión 4.0 enfocado a generar material educativo aplicando el modelo scorm. (U. I. Santander, Ed.)
- Babin, L. (2007). *Introducción a AJAX con PHP (Programación)*. Grupo Anaya Comercial.
- CKSource. (2024). *CKEditor Ecosystem Documentation*. Obtenido de <https://ckeditor.com/docs/>
- Crockford, D. (2008). *JavaScript: The Good Parts: The Good Parts*. O'Reilly Media, Inc.
- Flanagan, D. (2020). *JavaScript: The Definitive guide: Activate your web page*. O'Reilly Media, Inc.
- García Peñalvo, F. J. (2005). Estado actual de los sistemas e-learning en Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 6(2).
- Gauchat, J. D. (2012). *El gran libro de HTML5, CSS3 y Javascript*. Marcombo.
- Gómez Montoya, C. E., Candela Uribe, C. A., & Sepúlveda Rodríguez, L. E. (2013). Seguridad en la configuración del servidor web Apache. *Inge Cuc*, 9(2), 31-38.
- Gomez Parra, P. A., Palomino Arguello, W. A., & Vera Gutierrez, R. (2016). Análisis, diseño, reingeniería de la versión 7.0 para la plataforma virtual de enseñanza/aprendizaje meiweb. (U. I. Santander, Ed.)
- Logreira González, E. F., & Ortiz Arenas, J. A. (2014). Análisis, diseño e implementación de la versión meiweb 6.0 para la eisi. (U. I. Santander, Ed.)
- Meyer, E. (2006). *CSS: The Definitive Guide: The Definitive Guide* (4 ed.). O'Reilly Media, Inc.
- Moreto, S., Lambert, M., Jakobus, B., & Marah, J. (2017). *Bootstrap 4: Responsive Web Design*. Packt Publishing.

- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Niño Villamizar, C. P., & Pradilla Perez, L. F. (2006). Análisis, diseño e implementación de la plataforma meiweb versión 3.0 como soporte de material educativo informático y espacio virtual de aprendizaje enfocado a la administración de contenidos, evaluaciones y autoevaluaciones. (U. I. Santander, Ed.)
- Paloma Moreno, C. (2009). *Análisis del uso universitario de plataformas de gestión del aprendizaje. Estudio de caso en la Universitat de València*. Universitat de València.
- Pereira Flórez, L. F., & Rodríguez Gómez, J. J. (2012). Análisis, diseño, desarrollo e implementación de la versión meiweb 5.0 aplicando reingeniería a la versión 4.1 con énfasis en el lanzamiento de cursos virtuales. (U. I. Santander, Ed.)
- Pinto Peñaloza, C. D., & Ayala Camacho, J. E. (2018). Análisis, diseño y reingeniería aplicada a la plataforma virtual de enseñanza de aprendizaje meiweb para desarrollo de la versión 8.0. (U. I. Santander, Ed.)
- Quintero Prada, L. J., & Garzon Gomez, J. G. (2011). Análisis, diseño y desarrollo de la plataforma meiweb, enfocado a la implementación de un portal para la enseñanza virtual versión 4.1. (U. I. Santander, Ed.)
- Randy Garrison, D., & Vaughan, N. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. John Wiley & Sons.
- Ullman, L. (2017). *PHP for the Web: Visual QuickStart GUIe* (5 ed.). Peachpit Press.
- Welling, L., & Thomson, L. (2008). *PHP and MySQL Web Development* (4 ed.). Sams publishing.
- Zeldman, J. (2010). *CSS3 for Web Designers*. (2 ed.). A Book Apart.