



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

**AUDITORÍA A LA USABILIDAD Y CAPACIDAD DE
MANTENIMIENTO DE LA PLATAFORMA LMS MOODLE
ALOJADA EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
BAJO LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL SOFTWARE DE
LA NORMA ISO 25023**

KELLY JOHANA CARDOZO RICARDO

SANDRA MILENA GONZÁLEZ LEÓN

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN AUDITORÍA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN**

BOGOTÁ D.C, JUNIO 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

**AUDITORÍA A LA USABILIDAD Y CAPACIDAD DE
MANTENIMIENTO DE LA PLATAFORMA LMS MOODLE
ALOJADA EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
BAJO LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL SOFTWARE DE
LA NORMA ISO 25023**

KELLY JOHANA CARDOZO RICARDO

SANDRA MILENA GONZÁLEZ LEÓN

Trabajo de grado para obtener el título de especialista en Auditoría de Sistema de Información

Asesor: Ing. Esp. MEng **JAIRO ALEJANDRO BUITRAGO ROMERO**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN AUDITORÍA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN**

BOGOTÁ D.C, JUNIO 2019



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra)



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primera instancia a Dios, a mis padres y a mi hija como agradecimiento a la vida y las razones para luchar que me han regalado, a los docentes que acompañaron mi proceso y me permitieron adquirir nuevos conocimientos.

Ing. Sandra Milena González León

Dedico este trabajo a mis padres quienes eternamente estuvieron apoyándome a seguir siempre adelante, a mi trabajo, ya que gracias a él y al apoyo que tuve de mis líderes fue posible asistir a cada una de las clases realizadas, a los docentes que aportaron algo de conocimiento a mi vida profesional y a Dios quien hace posible que me levante día a día a continuar esta bonita vida de aprendizaje.

Ing. Kelly Johana Cardozo Ricardo

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias principalmente a Dios y a mis padres, de quienes recibí todo el apoyo necesario para poder sacar esta meta adelante, por tan grandiosos valores inculcados a lo largo de mi vida y por ser un gran ejemplo para seguir.

Un agradecimiento especial a mis compañeros de estudio que fueron parte esencial de este proceso, por su amistad, apoyo y experiencia.

A la Universidad Católica de Colombia, a los docentes Luz Nelly Leal, Alexandra López, Carlos Mauricio Blanco y Alfonso Luque por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación aportaron al cumplimiento de esta meta.

Ing. Sandra Milena González León

Doy gracias a Dios por permitirme la oportunidad de formarme día a día en el ámbito personal y profesional, a mis padres por su apoyo incondicional y enseñanza de como recibir un nuevo día con toda la disposición a mi novio por estar en constante apoyo y motivación para iniciar los días de educación con la mejor disposición.

A mis compañeros de estudio gracias por su compañía y por darme la oportunidad de conocerlos ya que de todos se aprenden y se viven nuevas experiencias.

Gracias a mis excelentes docentes, nombrados por mi compañera Sandra, ya que de todos aprendí cosas muy valiosas que estoy segura me ayudaran a crecer profesionalmente. Gracias!!

Ing. Kelly Johana Cardozo Ricardo.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

Resumen.....	14
Abstract.....	16
Introducción	18
1. Generalidades.....	19
1.1 Línea de Investigación	19
1.2 Planteamiento del Problema	19
1.2.1. Antecedentes del problema.....	19
1.2.2. Pregunta de investigación.....	23
1.2.3 Variables del problema.....	24
1.2.4 Alcances y limitaciones.....	24
1.3 Justificación	25
1.4 Objetivos.....	26
1.4.1. Objetivo general.....	26
1.4.1. Objetivos específicos.....	26
2. Marcos de referencia.....	27
2.1 Marco conceptual.....	27
2.2 Marco teórico	31
2.2.1 PLATAFORMAS LMS.....	31

2.2.2	NORMAS APLICABLES A LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD Y MANTENIBILIDAD.	33
2.2.3	AUDITORÍA INFORMÁTICA Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD A PLATAFORMAS LMS ...	39
2.3	Marco jurídico.....	42
2.3.1	Ley 30 de 1992.....	42
2.3.2	Ley 1188 de 2008.....	42
2.3.3	Decreto 1295 de 2010.	42
2.3.4	Ley 87 de 1993.....	43
2.3.5	Decreto 1537 de 2001.	43
2.3.6	Decreto 2145 de 1999.	43
2.3.7	Decreto 1599 de 1999.	43
2.3.8	Ley 1273 de 2009.....	43
2.3.9	Ley 1581 de 2012.....	43
2.3.10	Ley 1341 de 2009.	44
2.3.11	Decreto 1075 de 2015.	44
2.4	Marco geográfico.....	45
2.5	Marco demográfico.....	48
2.6	Estado del arte.....	49
2.6.1.	GakuNinMoodle: hacia servicios de aprendizaje electrónico robustos utilizando Moodle en Japón.	54
2.6.2	Propuesta de métrica para evaluación de plataformas LMS Abiertas.	57

2.6.3	Evaluación de la usabilidad de la plataforma Sakai en la Facultad de Economía y Empresa de Murcia	59
2.6.4	Vulnerabilidades de seguridad en el e-learning (Costinela Magdalena, Nicoleta, & Elsevier 2012):	61
3.	Metodología	63
3.1	Tipo de investigación	63
3.2	Fases de la metodología propuesta	63
3.2.1	Iniciación.....	63
3.2.2	Planificación.	64
3.2.3	Ejecución.....	64
3.2.4	Cierre.....	65
3.3	Instrumentos o herramientas utilizadas.....	66
4.	Desarrollo de la propuesta	67
4.1	Iniciación.....	67
4.2	Planificación	68
4.3	Ejecución.....	75
4.4	Cierre.....	102
5.	Productos a entregar.....	103
6.	Resultados	104
7.	Conclusiones	111

8. Recomendaciones	113
9. Trabajos futuros	114
Bibliografía	115

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Resultados percepción usabilidad para los alumnos de la Universidad de Baleares	20
<i>Figura 2</i> Resultados Características de la categoría Mantenibilidad del modelo de calidad basado en las características para la selección de un LMS	22
<i>Figura 3</i> Resultados Categoría Mantenibilidad de la Evaluación de la plataforma Moodle	23
<i>Figura 4</i> Mapa de la República de Colombia. Fuente: Magellan (1992)	45
<i>Figura 5</i> Ubicación Universidad Católica de Colombia, Sede claustro. Fuente: Tomado de Google Maps (2019).	45
<i>Figura 6</i> Estructura organizacional Universidad Católica de Colombia, 2016	46
<i>Figura 7</i> Intento de inicio de sesión 2013-2016 para GakuNinMoodle	55
<i>Figura 8</i> Fases metodología	63
<i>Figura 9</i> Partes interesadas	64
<i>Figura 10</i> Estructura EDT proyecto	69
<i>Figura 11</i> Impacto Riesgo inherente Usabilidad	105
<i>Figura 12</i> Mapa de calor Riesgo inherente Usabilidad	105
<i>Figura 13</i> Impacto Riesgo residual Usabilidad	106
<i>Figura 14</i> Mapa de calor Riesgo residual Usabilidad	106
<i>Figura 15</i> No conformidades vs. controles evaluados Usabilidad	107
<i>Figura 16</i> Impacto Riesgo Inherente Mantenibilidad	108
<i>Figura 17</i> Mapa de calor Riesgo Inherente Mantenibilidad	108
<i>Figura 18</i> Impacto Riesgo Residual Mantenibilidad	109
<i>Figura 19</i> Mapa de calor Riesgo Residual Mantenibilidad	109
<i>Figura 20</i> No conformidades versus controles evaluados Mantenibilidad	110

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Resultados generales usabilidad página web Universidad Católica de Colombia</i>	22
<i>Tabla 2 Programas Académicos - Universidad Católica de Colombia</i>	46
<i>Tabla 3 Población Universidad Católica de Colombia</i>	47
<i>Tabla 4 Cuadro estado del arte</i>	53
<i>Tabla 5 Permisos para GakuNinMoodle</i>	54
<i>Tabla 6 Esquema del sistema de GakuNinMoodle al 30 de abril de 2016</i>	55
<i>Tabla 7 Calificación atributos tecnológicos Usabilidad - Caso prototipo de métrica</i>	59
<i>Tabla 8 Valores descriptivos encuesta - Caso plataforma Sakia</i>	60
<i>Tabla 9 Roles y responsabilidades proyecto</i>	68
<i>Tabla 10 Cronograma</i>	70
<i>Tabla 11 Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación (en miles de \$).</i>	71
<i>Tabla 12 Descripción de los gastos de personal (en miles de \$).</i>	71
<i>Tabla 13 Descripción y cuantificación de los equipos de uso propio (en miles de \$)</i>	71
<i>Tabla 14 Valoración de las salidas de campo (en miles de \$).</i>	72
<i>Tabla 15 Materiales y suministros (en miles de \$)</i>	72
<i>Tabla 16 Bibliografía (en miles de \$).</i>	72
<i>Tabla 17 Matriz de riesgos del proyecto</i>	74
<i>Tabla 18 Escala calificación riesgo</i>	74
<i>Tabla 19 Medidas de reconocibilidad de adecuación</i>	78
<i>Tabla 20 Medidas de capacidad de aprendizaje</i>	80
<i>Tabla 21 Medidas de operabilidad</i>	86
<i>Tabla 22 Medidas de protección contra errores del usuario</i>	88
<i>Tabla 23 Medidas de estética de la interfaz de usuario</i>	89
<i>Tabla 24 Medidas de accesibilidad</i>	90
<i>Tabla 25 Medidas de modularidad</i>	92

<i>Tabla 26 Medidas de reutilización</i>	93
<i>Tabla 27 Medidas de análisis</i>	95
<i>Tabla 28 Medidas de modificabilidad</i>	97
<i>Tabla 29 Medidas de probabilidad</i>	99
<i>Tabla 30 No conformidades</i>	102

RESUMEN

El desarrollo de este trabajo efectuó la auditoría a la usabilidad y capacidad de mantenimiento de la plataforma LMS Moodle alojada en la universidad católica de Colombia bajo los estándares de calidad del software de la norma ISO 25023.

El propósito de esta auditoria fue verificar el cumplimiento de los criterios de calidad mantenibilidad y usabilidad utilizando estándares internacionales de auditoria, presenta algunos componentes sobre el estado del arte o situación de estudios alrededor de la evaluación de los aprendizajes en educación superior en ambientes virtuales o e-learning. Aplicaron en su examen el análisis de contenido y la discusión de grupo para identificar categorías recurrentes e interpretar sus significados.

A través de la auditoria se pudo evaluar el cumplimiento de los criterios de calidad de la norma ISO 25023, mediante la aplicación de guías de auditoria y matriz de riesgos, en el cual se abordaron algunos controles establecidos. A partir de los resultados obtenidos en la matriz de riesgos y la guía de auditoria se elaboraron unas recomendaciones que permiten a la plataforma mitigar riesgos y a su vez gestionar adecuadamente sus activos de información garantizando su, autenticidad, integridad, disponibilidad, confidencialidad y trazabilidad.

Este trabajo consta de 8 capítulos en el primer capítulo se definió el problema relacionado con la plataforma Moodle y se plantearon los objetivos alcance y justificación, en el segundo capítulo los marcos de referencia, con un resumen de los principales aspectos teóricos de los temas tratados en el desarrollo del proyecto, en el tercer capítulo se definió la metodología utilizada para el desarrollo de la auditoria, en el cuarto capítulo se hizo el desarrollo de la propuesta con su ejecución, en el quinto capítulo se definieron los productos a entregar, en el sexto capítulo se

expresaron los resultados obtenidos en el proceso de auditoría, en el séptimo capítulo se realizaron las conclusiones del trabajo de grado y en el octavo capítulo algunas recomendaciones.

Palabras clave. LMS, Moodle, Mantenibilidad, Usabilidad, ISO 25023, Evaluación de aprendizajes online, Para qué se evalúa, Tipos de plataformas e-learning.

ABSTRACT

The development of this work carried out the auditing of the usability and maintenance capacity of the LMS Moodle platform hosted at the Catholic University of Colombia (Universidad católica de Colombia) under the quality standards of the ISO 25023 standard software.

The purpose of this audit was to verify the fulfillment of the criteria of quality, maintainability and usability using international standards of audit, presents some components on the state of the art or situation of studies around the Evaluation of learning in higher education in virtual environments or e-learning. the content analysis and group discussion was applied in their review to identify recurrent categories and interpret their meanings.

Through the audit it was possible to evaluate the fulfillment of the quality criteria of the ISO 25023 standard, by means of the application of audit guides and risk matrix, in which some established controls were addressed. Based on the results obtained in the risk matrix and the audit guide, some recommendations were developed that allow the platform to mitigate risks and in turn manage its information assets properly, guaranteeing its authenticity, integrity, availability, confidentiality and traceability.

This work consists of eight chapters, in the first chapter was defined the problem related to the Moodle platform and the objectives were raised scope and justification, in the second chapter the frames of reference, with a summary of the main theoretical aspects Of the topics covered in the development of the project, in the third chapter the methodology used for the development of the audit was defined, in the fourth chapter the development of the proposal was made with its execution, in the fifth chapter the products to deliver were defined, in the sixth chapter were expressed the results obtained in the audit process, in the seventh chapter the conclusions were made of the work of grade and in the eighth chapter some recommendations.

Keywords. LMS, Moodle, Maintainability, Usability, ISO 25023, Evaluation of online learning,
Ehat is evaluated, types of e-learning platforms.

INTRODUCCIÓN

Debido a los avances tecnológicos en la informática se han desarrollado diferentes aplicativos los cuales facilitan el acceso y comunicación de forma rápida y oportuna. Por lo anterior la tecnología cumple un papel importante dentro del desarrollo y funcionamiento de las entidades educativas ya que sirve como apoyo en la ejecución de las diferentes actividades de los maestros y estudiantes.

La Universidad Católica de Colombia brinda a sus estudiantes herramientas que apoyan el aprendizaje, siendo la Universidad Católica de Colombia una institución privada de educación superior debe certificar que el software utilizado por sus estudiantes y maestros cumple con los criterios de calidad requeridos. Dentro de las herramientas dispuestas por la Universidad, se encuentra el software Learning Management System Moodle, LMS por sus siglas en inglés, el cual es una plataforma de gestión de cursos, conocido como sistema de gestión de aprendizaje o entorno virtual.

Es por esto que se revisan los marcos de referencia que proveen los parámetros que permiten medir el cumplimiento a los niveles mínimos de calidad de software. Realizando un comparativo entre estos marcos se identificó que el estándar internacional ISO 25023, provee la descripción de los criterios de calidad de software en cuanto a: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad del software, este marco permitirá realizar una evaluación a la usabilidad y mantenibilidad de la plataforma LMS Moodle.

1. GENERALIDADES

1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La línea de investigación utilizada en este proyecto es: Software Inteligente y Convergencia Tecnológica (GISIC), como una herramienta que permite identificar los conceptos de auditoría de software necesarios para la aplicación del estándar internacional ISO 25023 y evaluar la usabilidad y mantenibilidad de la plataforma virtual.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La plataforma LMS Moodle de la Universidad Católica de Colombia (AVA – Aulas virtuales de aprendizaje) es una herramienta y un medio de comunicación que permite acceder a material e información de los diferentes cursos ofertados por cada uno de los programas. Siendo una herramienta de frecuente uso para los estudiantes y profesores, es importante evaluar criterios de calidad como la usabilidad y mantenibilidad que den un panorama del cumplimiento al propósito de la plataforma, facilidad de navegación, uso para el usuario y capacidad de mantenimiento.

En un estudio realizado por Lara y Duart, se atribuye la importancia de la gestión de contenidos en las plataformas de procesos formativos y educativos, como un recurso estratégico para aumentar la competitividad, eficacia y eficiencia en la calidad del docente, exponiendo la importancia de adoptar modelos que permitan evaluar criterios de usabilidad y accesibilidad para alcanzar un grado de innovación formativa óptimo, alcanzando una óptima experiencia de la calidad del aprendizaje. (LARA NAVARRA, Pablo; DUART MONTOLIU, Josep M. , 2005)

1.2.1. Antecedentes del problema.

En el estudio (Francisco Lirola Sabater; Perez Garcias, 2019), cuyo objetivo fue analizar el entorno virtual de la Formación Profesional a distancia de la Universidad de Baleares, desde la perspectiva

de la usabilidad percibida por parte de los alumnos y docentes, se evidenció que los cuestionarios y evaluación realizada reflejan que el 33% de los alumnos encuestados consideran el entorno virtual de la Formación Profesional como 'bueno'; un 26% la valoran como 'normal'; un 15% posee la percepción que es un entorno virtual 'muy bueno'. En la zona de valoración negativa, la opción con mayor porcentaje es de 'malo' con 13,67% o 'muy malo' con 6,67%. De los resultados obtenidos se desprende que los alumnos valoran de forma positiva el entorno virtual. Los docentes, pese a ser positiva, no alcanza los mismos valores. La puntuación máxima en la usabilidad general fue de 92,5 y la mínima de 42,5 puntos. En la facilidad de aprendizaje se observan notables diferencias de puntuaciones: desde 100 (máximo) a 12,5 puntos.

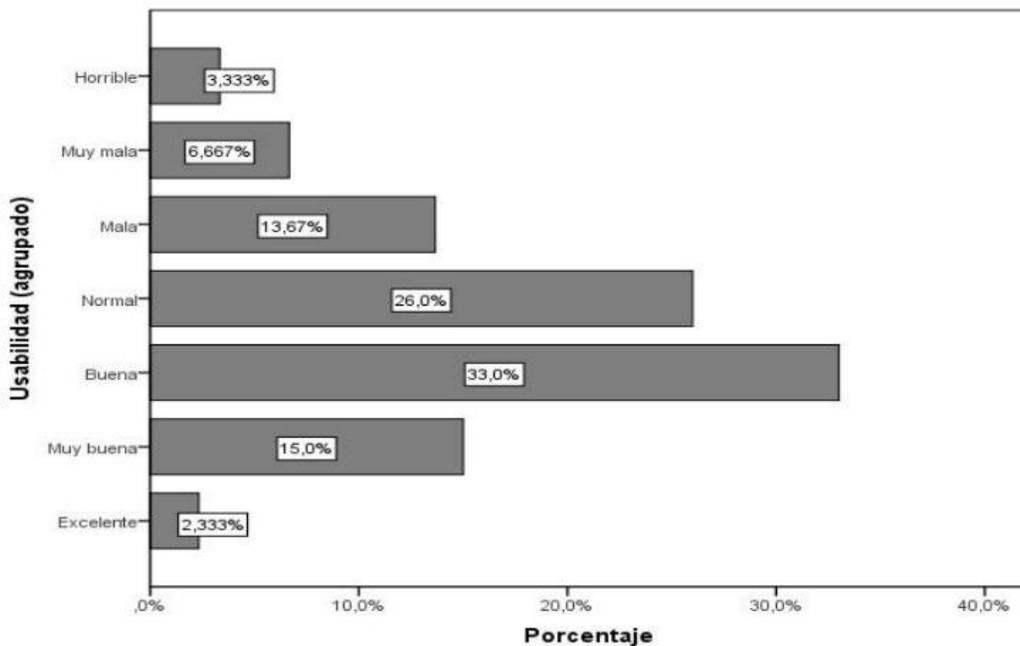


Figura 1 Resultados percepción usabilidad para los alumnos de la Universidad de Baleares

En cuanto a estudios realizados a nivel local, en la Universidad Católica de Colombia y la cual es la entrada principal para el ingreso a la plataforma LMS Moodle de la Universidad Católica de

Colombia, se evaluó la usabilidad de la página web (Andrés Gómez, Laura Alvarado, 2013), donde se obtuvieron los siguientes resultados:

ID	Métrica	Medición
1	Comprensibilidad	Favorable: El lenguaje usado para comunicar a los estudiantes es claro para la comprensión y debida interpretación.
2	Atractivo del software	Favorable: Los colores de la página web y la organización de la información son agradables en general para los usuarios de la página institucional.
3	Visibilidad	Desfavorable: Se cuenta con poca visibilidad desde páginas externas con dominios .gov y .edu.
4	Actividad	Favorable: La herramienta es frecuentemente usada por los estudiantes para acceder a información de interés o como puente de acceso a otras herramientas institucionales.
5	Facilidad de aprendizaje	Favorable: Para los estudiantes la herramienta es intuitiva y pueden realizar una misma actividad varias veces fácilmente.
6	Apertura	Desfavorable: La percepción de los estudiantes de los archivos dispuestos es negativa, puesto que opinan que los archivos dispuestos no

	complementan la información a transmitir por parte de la institución.
--	-----------------------------------------------------------------------

Tabla 1 Resultados generales usabilidad página web Universidad Católica de Colombia

La mantenibilidad o capacidad de mantenimiento es bastante importante en las plataformas LMS para la administración de usuarios y sobre todo en la generación de contenidos de aprendizaje. Sin embargo, uno de los aspectos que la hace de gran relevancia, es el hecho de que en la actualidad las entidades educativas están tomando más en cuenta los sistemas de software libre, lo que implica que estos deben ser capaces de ser modificados, para así permitir la flexibilidad en el uso, administración, ajuste a las necesidades de la institución de educación.

Según estudio realizado por la universidad Católica Andrés Bello (Mayuri Montoya, 2009), Sobre un modelo de calidad basado en características para la selección de un sistema LMS, evaluaron el criterio de calidad para la plataforma LMS Moodle donde se obtuvieron los siguientes resultados:

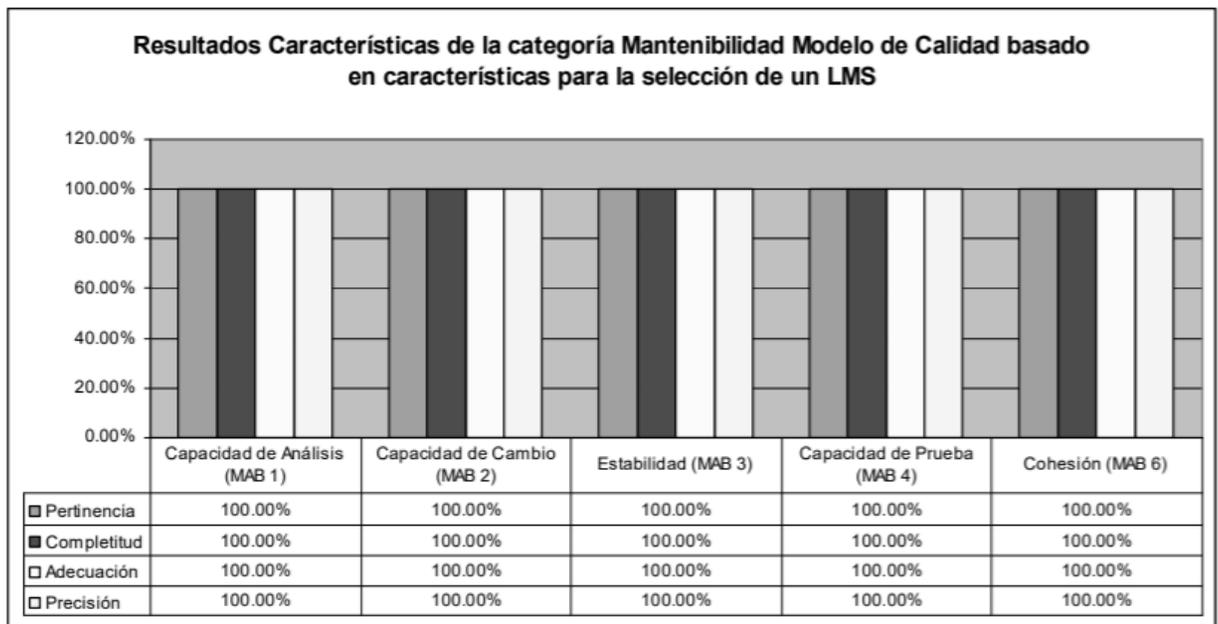


Figura 2 Resultados Características de la categoría Mantenibilidad del modelo de calidad basado en las características para la selección de un LMS

Puede observarse que las características de la categoría mantenibilidad obtuvieron el 100% de la evaluación, lo que significa que son pertinentes dentro del proceso de especificación de calidad del software, son completas en cuanto a su especificación, son adecuadas en el contexto de evaluación y precisas en el resultado alcanzado.

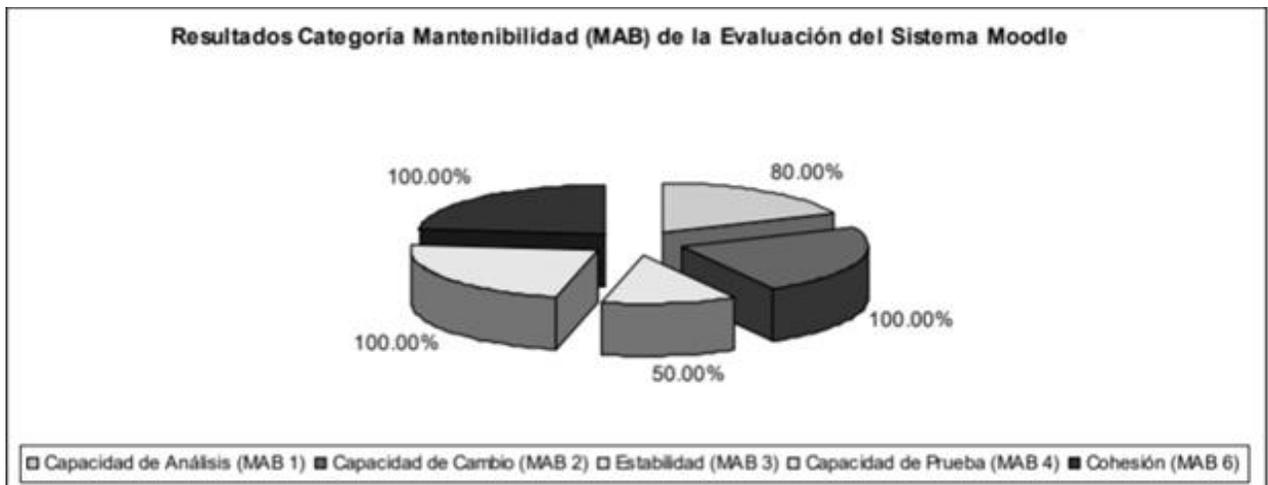


Figura 3 Resultados Categoría Mantenibilidad de la Evaluación de la plataforma Moodle

En la figura 4 se muestra el gráfico con los resultados obtenidos para la categoría mantenibilidad, en donde se puede observar que las características Capacidad de Cambio, Capacidad de prueba y cohesión obtuvieron el 100%. Luego le sigue la característica Capacidad de análisis con 80%, estos resultados son mayores al 75%, por lo tanto, están dentro del criterio de Aceptación, finalmente la característica Estabilidad obtuvo 50%, esto es porque Moodle puede tener efectos colaterales al realizarse modificaciones. Este resultado siendo menor al 75% no se encuentra dentro del criterio de Aceptación.

1.2.2. Pregunta de investigación.

¿Qué recomendaciones surgen luego de realizar auditoria a la usabilidad y capacidad de mantenimiento de la plataforma LMS MOODLE alojada en la universidad católica de Colombia bajo los estándares de calidad del software de la norma ISO 25023?

1.2.3 Variables del problema.

Criterio de calidad usabilidad.

“La usabilidad es la disciplina que estudia la forma de diseñar Sitios Web para que los usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible, la mejor forma de crear un Sitio Web usable es realizando un diseño centrado en el usuario, diseñando para y por el usuario, en contraposición a lo que podrá ser un diseño centrado en la tecnología o uno centrado en la creatividad u originalidad" (Yusef Hassan, 2002).

Criterio de calidad mantenibilidad.

“La probabilidad de reestablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos” (Francois Monchy, 1989).

1.2.4 Alcances y limitaciones.

Este proyecto tiene como propósito la aplicación del marco ISO 25023 para la auditoría a los criterios de calidad denominados usabilidad y capacidad de mantenimiento, a la plataforma LMS Moodle de la Universidad Católica de Colombia.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Debido al crecimiento tecnológico y manejo de grandes volúmenes de información en las Universidades surge la necesidad de adquirir aplicaciones o software para proporcionar a los estudiantes ambientes virtuales de aprendizaje. Razón por la cual esta adherencia tecnológica se ha convertido en un factor determinante para poder aumentar la calidad en el aprendizaje de sus estudiantes.

La Universidad Católica de Colombia, debe contar con mecanismos y procesos que faciliten el acceso a la información con el fin de que los procesos de aprendizaje se desarrollen con alto nivel de sistematicidad; razón por la cual, la tecnología utilizada en la Universidad debe contar con estándares de calidad que permitan el aprovechamiento de los recursos y apoyo académico.

La calidad en el aprendizaje para los estudiantes de la Universidad Católica de Colombia se ve con gran importancia en el uso de la plataforma LMS Moodle, ya que desde allí los estudiantes acceden y descargan información de su interés mediante la navegación por diferentes menús, es por esto que garantizar los criterios de calidad en la usabilidad y mantenibilidad de la plataforma influye directamente sobre su experiencia.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar el proceso de auditoría de los criterios de usabilidad y mantenibilidad de la plataforma LMS MOODLE utilizada en la Universidad Católica de Colombia bajo los estándares de la norma ISO 25023

1.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las características a evaluar bajo los criterios y mediciones establecidos en la norma.
- Diseñar una guía de auditoría basada en los criterios de calidad: usabilidad y mantenibilidad, según los lineamientos establecidos en la norma ISO 23025.
- Diagnosticar el estado actual de los criterios de calidad: usabilidad y mantenibilidad en la plataforma LMS Moodle de la Universidad Católica de Colombia basados en la guía diseñada.
- Generar recomendaciones basadas en las no conformidades para apoyar la mejora continua de la plataforma

2. MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

ATRIBUTO: “Propiedad o característica inherente de una entidad que se puede diferenciar cuantitativa o cualitativamente por medios humanos o automatizados” (ISO 25000, 2017).

USUARIO FINAL: “Persona individual que en última instancia se beneficia de los resultados del sistema o software” (ISO 25000, 2017).

MÉTODO DE EVALUACIÓN: “Procedimiento que describe las acciones que va a realizar el evaluador con el fin de obtener resultados para la medición especificada a componentes especificados de un producto o a un producto en su totalidad” (ISO 25000, 2017).

MÓDULO DE EVALUACIÓN: “Paquete de tecnología de evaluación para medir las características, subcaracterísticas o atributos de calidad de los sistemas y del software” (ISO 25000, 2017).

EVALUADOR: “Individuo u organización que realiza la evaluación” (ISO 25000, 2017).

INDICADOR: “Medida que proporciona un estimado o evaluación de los atributos especificados obtenidos de un modelo con respecto a necesidades de información definidas” (ISO/IEC 15939:2007)

MEDIDA INTERNA DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE: “Medida del grado en el cual un conjunto de atributos estáticos de un producto de software satisface necesidades expresadas e implícitas de un producto de software que se va a usar bajo condiciones especificadas” (ISO 25000: 2017).

PERSONAL DE MANTENIMIENTO: “Individuo u organización que lleva a cabo actividades de mantenimiento” (ISO/IEC 12207:2008).

MEDIDA: “Variable a la que se asigna un valor como resultado de una medición” (ISO 25000:2017).

MEDIR: “Hacer una medición” (ISO/IEC 15939:2007).

MEDICIÓN: “Conjunto de operaciones que tienen como objetivo determinar el valor de una medida” (ISO/IEC 15939:2007).

PROCESO DE MEDICIÓN: “Proceso para el establecimiento, planificación, ejecución y evaluación de mediciones de sistemas y de software dentro de la estructura general de medición de un proyecto o una organización” (ISO/IEC 15939:2007).

PROCESO: “Sistema de actividades que utiliza recursos para transformar entradas en salidas” (ISO 9000:2005).

CALIDAD DE USO: “Grado en el cual un producto o sistema puede ser usado por usuarios específicos para satisfacer sus necesidades de lograr metas específicas con eficacia, eficiencia, ausencia de riesgo, satisfacción en contextos de uso específicos” (ISO/IEC 15939:2007).

MODELO DE CALIDAD: “Conjunto definido de características y las relaciones entre ellas, que proporciona un marco para la especificación de requisitos de calidad y la evaluación de la calidad” (ISO/IEC 15939:2007).

CALIFICACIÓN: “Acción de asignar el valor medido al nivel de calificación apropiado. Se utiliza para determinar el nivel de calificación asociada al sistema o al producto de software para una característica de calidad específica” (ISO/IEC 15939:2007).

ELEMENTO DE MEDIDA DE LA CALIDAD: “Medida definida en función de una propiedad y del método de medición para cuantificarla, que incluye opcionalmente la transformación mediante una función matemática” (ISO/IEC 25021:2012).

PRODUCTO DE SOFTWARE: “Conjunto de programas, procedimientos y posiblemente documentación y datos asociados” (ISO/IEC 12207:2008).

PARTE INTERESADA: “Individuo u organización que tiene derecho, comparte, declara o tiene interés en un sistema o en la posesión de características que cumplen sus necesidades y expectativas” (ISO/IEC 15288:2008).

SISTEMA: “Combinación de elementos que interactúan organizados para lograr uno o más propósitos establecidos” (ISO/IEC 15288:2008).

USUARIO: “Individuo u organización que utiliza el sistema o software para llevar a cabo una función específica” (ISO/IEC 15939:2007).

VALIDACIÓN: “Confirmación mediante el aporte de evidencia objetiva, de que se cumplieron los requisitos para una aplicación o uso específico previsto” (ISO 9000:2005).

VALOR: “Número o categoría asignado a un atributo de una entidad al llevar a cabo una medición” (ISO 25000: 2017).

TIC: “Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, también conocidas como TIC, son el conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar información y enviarla de un lugar a otro. Abarcan un abanico de soluciones muy amplio. Incluyen las tecnologías para almacenar información y recuperarla después, enviar y recibir información de un sitio a otro, o procesar información para poder calcular resultados y elaborar informes” (Servicios TIC, 2006).

USABILIDAD: “Un concepto que engloba a una serie de métricas y métodos que buscan hacer que un sistema sea fácil de usar y de aprender. Al hablar de sistema la referencia se hace a cualquier dispositivo que tenga que ser operado por un usuario. En esta categoría caen los Sitios Web, aplicaciones de software, hardware, etc” (Ricardo Baeza-Yates, 2002).

MANTENIBILIDAD: “La probabilidad de reestablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos” (Francois Monchy, 1989).

LMS: “Los sistemas de gestión de aprendizaje también conocidos como Learning Management System y sus siglas LMS, son programas a través de los cuales se puede administrar y gestionar procesos de enseñanza - aprendizaje por medio del uso integrado de sus diferentes herramientas, ya sea para formación no presencial o como una herramienta de ayuda para la enseñanza presencial, donde el alumno es el propio protagonista del proceso de aprendizaje y tiene la posibilidad de vincularse a varias redes de conocimiento” (Vicheanpany, 2014)

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 PLATAFORMAS LMS.

Entre las más conocidas y populares se encuentran: Moodle, Claroline, Dokeos, Sakai, Ilias, Atutor.

Plataforma Claroline: Creada por Thomas De Praetere en el año 2001 en la Universidad Católica de Lovain, es un software de código abierto creado para administrar cursos y espacios de colaboración a través de la web. Reproducción libre y gratuita soportada por cualquier sistema operativo. Permite ser configurada en diferentes idiomas y está integrada con estándares como SCORM e IMS/QTII para intercambio de contenidos. Permite el manejo de documentos: .doc, .odt, ppt y pdf, foros, listados de enlaces, grupos, ejercicios prácticos, agenda, tareas, chats, entre otros.

Plataforma Moodle: (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment o Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular). Creado en el año 1999 por Martin Dougiamas en la Universidad Tecnológica de Curtin, herramienta gratuita de código abierto, utilizado como repositorio de objetos de aprendizaje y también para la ejecución de cursos virtuales. Cuenta con opciones para la realización de tareas, cuestionarios, talleres, foros, consultas, encuestas, chat, glosarios, lecciones, etc. Se encuentra disponible en diferentes idiomas y países. Dispone recursos transmisivos, interactivos y colaborativos, permitiendo que sea una experiencia didáctica con alto índice de usabilidad.

Moodle es considerada una de las plataformas E-learning más utilizadas en las instituciones educativas para fomentar la interacción entre estudiantes y docentes.

Por sus características de software libre, cuenta con mantenimiento en red gratuito. Moodle es una plataforma integrada con estándares internacionales SCORM (Modelo Referencial para Objetos de Contenidos Compartidos) permitiendo exportar e importar contenidos de otras plataformas.

Moodle cuenta con desventajas como necesidad de una capacidad de memoria RAM por cierta cantidad de usuarios, además no permite el uso de actividades como crucigramas, todos los estudiantes tienen acceso a la misma información sin poderse delimitar, así como desventajas asociadas a seguridad

Plataforma Dokeos: Creada en el año 2004 como parte de la plataforma anteriormente mencionada Claroline, a diferencia de las otras es más utilizada en el sector empresarial. Dokeos permite gestionar actividades de aprendizaje siendo flexible en la adición y modificación de herramientas. Sobresale por un diseño agradable para el usuario y accesible sin necesidad de ser instalada.

Permite elaborar gráficos y realizar videoconferencias mediante cámara web. Cuenta con un alto volumen de herramientas disponibles para el estudiante lo cual puede convertirse en un exceso de información y dificultar el aprendizaje

Plataforma ATutor: Creada por la Universidad de Toronto, es conocida por la sencillez para su administración. Las herramientas y módulos se encuentran disponible de acuerdo con la necesidad del docente y también dispone de un

correo electrónico. La dificultad de esta plataforma radica en que no se pueden dejar tareas online y no permite crear rutas de aprendizaje.

Moodle se encuentra posicionada como una de las mejores plataformas virtuales por su capacidad de adaptabilidad, funcionalidad y modelo educativo, según la investigación realizada por la Universidad de Salamanca, donde se identificó que, de 139 funcionalidades analizadas para las plataformas mencionadas anteriormente, Moodle y LRN cumplen con un 82 % de funcionalidad a diferencia de Claroline que obtuvo un puntaje del 50,3 %. (López Rodrigo J, 2011).

2.2.2 NORMAS APLICABLES A LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD Y MANTENIBILIDAD.

ISO/IEC 9126-3.

Tercera parte del estándar ISO/IEC 9126 el cual incluye un reporte técnico de las métricas que se deben aplicar para realizar la medición de calidad a un producto de software.

Este estándar proporciona las métricas para las siguientes características del producto:

- Funcionalidad
- Fiabilidad
- Usabilidad
- Eficiencia
- Mantenibilidad
- Portabilidad

ISO/IEC 25000.

Es reconocida como SQuaRE (System and software quality requirements and evaluation), conjunto de normas para la evaluación de la calidad del producto de software.

Esta norma se creó para dar evolución a la ISO/IEC 9126.

Esta norma está dividida en 5 partes:

- ISO/IEC 2500n (División de Gestión de calidad): Esta división se encuentra conformada por las normas ISO/IEC 25000 y 250001.
- ISO/IEC 2501n (División de modelo de calidad): Formada por las normas ISO/IEC 2010 y 2012.
- ISO/IEC 2502n (División para la medición de calidad): Esta división está conformada por las normas ISO/IEC 25020, 25021, 25022, 25023 y 25024.
- ISO/IEC 2503n (División para los requisitos de calidad): Compuesta por la norma ISO/IEC 25030.
- ISO/IEC 2504n (División para la evaluación de calidad): Finalmente esta división se encuentra formada por la ISO/IEC 25040, 25041, 25042 y 25025.

ISO 25023:2016.

Define específicamente las métricas para realizar la medición de la calidad de productos y sistemas de software, esta norma incluye un conjunto de medidas de calidad por característica y subcaracterística y la explicación de la aplicabilidad a los productos de software, dentro de la norma se incluyen entre otras:

- Medidas de integridad funcional
- Medidas de corrección funcional

- Medidas de adecuación funcional
- Medidas de eficiencia de rendimiento
- Medidas de comportamiento en el tiempo
- Medidas de utilización de recursos
- Medidas de capacidad
- Medidas de compatibilidad
- Medidas de convivencia
- Medidas de interoperabilidad
- Medidas de usabilidad
- Medidas de reconocibilidad apropiadas
- Medidas de capacidad de aprendizaje

Las principales diferencias entre la ISO/IEC 9126 y la serie de normas SQuaRE son:

- Introducción a un nuevo modelo de referencia general
- Introducción de guías especializadas y detalladas para cada división
- Introducción de la calidad de productos de sistemas
- Introducción de un modelo de calidad de datos
- Introducción de elementos para medida de calidad dentro de la División de Medición de la calidad
- Incorporación y revisión de los procesos de evaluación
- Introducción de orientación de uso práctico en forma de ejemplos
- Coordinación y armonización del contenido

Se revisaron las características y sub-características a tener en cuenta para realizar una medición a los criterios de calidad en la usabilidad y mantenibilidad, identificando:

Usabilidad:

Para las sub-características a evaluar, la norma recomienda tener en cuenta las siguientes medidas:

- Medidas de reconocibilidad de adecuación: Estas medidas se utilizan para evaluar el grado en que los usuarios pueden reconocer si un producto o sistema es adecuado para sus necesidades.
 - Descripción completa
 - Cobertura de demostración
 - Punto de entrada autodescriptivo
- Medidas de capacidad de aprendizaje: Se refiere a la capacidad del producto para ser utilizado por usuarios que buscan lograr objetivos específicos de aprendizaje.
 - Guía completa de usuario
 - Campos de entrada por defecto
 - Comprensibilidad de mensajes de error
 - Interfaz de usuario auto explicativa
- Medidas de operabilidad: Se utilizan para evaluar el grado en que un producto o sistema tiene atributos que facilitan su operación y control.
 - Consistencia operacional
 - Claridad del mensaje

- Personalización funcional
- Personalización de la interfaz de usuario
- Capacidad de monitor
- Capacidad de deshacer
- Categorización comprensible de la información
- Consistencia de la apariencia
- Soporte de dispositivo de entrada
- Medidas de protección contra errores del usuario: Permiten evaluar el grado en que el sistema protege a los usuarios contra errores.
 - Evitar el error de operación de usuario
 - Corrección de entrada de usuario
 - Capacidad de recuperación de errores de usuario
 - Medidas de estética de la interfaz de usuario: Miden el grado en que la interfaz de usuario permite una interacción agradable y satisfactoria para el usuario.
 - Aspecto estético de las interfaces de usuario
- Medidas de accesibilidad: Se utilizan para evaluar el grado en que un producto o sistema puede ser utilizado por personas con la más amplia gama de características y capacidades para lograr un objetivo específico en un contexto de uso específico.
 - Accesibilidad para usuarios con discapacidad
 - Adecuación de idiomas soportados

Mantenibilidad:

Para las sub-características a evaluar, la norma recomienda tener en cuenta las siguientes medidas

- Medidas de modularidad: Permiten evaluar el grado en que un sistema es compuesto de componentes discretos tales que un cambio sobre ellos tiene un impacto mínimo sobre otros componentes.
 - Acoplamiento de componente
 - Adecuación de la complejidad ciclomática
- Medidas de reutilización: Evalúan el grado en que un activo puede ser utilizado en más de un sistema.
 - Reutilización de activos, codificación
- Medidas de análisis: Se utilizan para evaluar el grado de eficacia y eficiencia ante un cambio previsto en una o más de sus partes.
 - Sistema de registro completo
 - Diagnóstico de efectividad de la función
 - Suficiencia de la función de diagnóstico
- Medidas de modificabilidad: Mide el grado en que un producto puede ser modificado sin dejar de ser eficiente y eficaz.
 - Eficiencia de modificación
 - Corrección de la modificación
 - Capacidad de modificación
- Medidas de probabilidad: Permite medir el grado de eficiencia y eficacia en el que los criterios de prueba pueden ser establecidos para un sistema.
 - Función de prueba completa

- Probabilidad autónoma
- Prueba de reiniciabilidad

2.2.3 AUDITORÍA INFORMÁTICA Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD A PLATAFORMAS LMS

Según PIATTINI, Mario, DEL PESO, (2001), define la auditoria informática como el proceso de recoger, agrupar y evaluar evidencias para determinar si un sistema informatizado salvaguarda los activos, mantiene la integridad de los datos, lleva a cabo eficazmente los fines de la organización y utiliza eficientemente los recursos.

También RIVAS, Gonzalo (1998) menciona que “La auditoría informática es un examen metódico del servicio informático, o de un sistema informático en particular, realizado de una forma puntual y de modo discontinuo a instancias de la Dirección, con la intención de ayudar a mejorar conceptos como la seguridad, la eficacia y la rentabilidad del servicio o del sistema que resultan auditados”.

En la actualidad casi toda la totalidad de las plataformas LMS conservan herramientas que permiten desarrollar con cierta calidad las acciones pedagógicas de e-learning por ello, en este contexto algunos autores como Torres y Ortega (2003) y apoyándose en los trabajos de Zeiberg (2011), proponen tres criterios de análisis de calidad de la formación en línea realizada a través de las plataformas LMS:

- Calidad Técnica: Hace referencia a las características técnicas de la plataforma que deben garantizar la fiabilidad y seguridad de los procesos de gestión y de enseñanza de aprendizaje. Teniendo en cuenta variables como:
 - ~ Infraestructura tecnológica, su accesibilidad y complejidad.
 - ~ El coste de acceso y mantenimiento.
 - ~ El nivel de conocimientos técnicos necesarios para su utilización.
 - ~ La facilidad de navegación a través de su interfaz.

- ~ La calidad de los sistemas de control de seguridad y acceso a los procesos y materiales.
- ~ La eficacia de gestión de los cursos ofertados.
- ~ La versatilidad para el seguimiento de las altas y bajas de alumnos.
- Calidad organizativa y creativa: la plataforma debe brindar a sus usuarios opciones creativas para el desarrollo correcto de la enseñanza y aprendizaje, por esto se tienen en cuenta:
 - ~ Ofrecimiento de herramientas de diseño y gestión de los programas de enseñanza virtual fáciles de usar y con opciones creativas.
 - ~ Posibilidad de adaptación y uso a otros ámbitos educativos (formación de grupos, debates, foros).
 - ~ Flexibilidad a la hora de perfeccionar enfoques de instrucción y aprendizaje.
 - ~ Versatilidad a la hora de diseñar e implementar sistema de ayuda y refuerzo para los alumnos.
 - ~ Disponibilidad de herramientas de seguimiento de la plataforma, mantenimientos y actualización de este.
- Calidad Comunicacional: se valora la posibilidad de comunicación sincrónica y asincrónica entre el alumnado y el profesorado:
 - ~ Posibilidad de organizar sesiones de chats entre tutores y alumnos y archivar su contenido.
 - ~ Creación de foros o grupos de discusión.
 - ~ Calidad y versatilidad del tablero de noticias.

- ~ La eficiencia del calendario y si personalización.
- ~ La eficiencia de los sistemas de correo electrónico.
- ~ La posibilidad de establecer audioconferencia y de guardar su contenido en archivos comprimidos.

Para Vásquez (2015) las plataformas tienen principalmente tres condiciones 1) un entorno completamente elaborado que permite su acceso en la red y la interacción entre estudiantes y docentes, 2) presenta un conjunto de estrategias y recursos de evaluación y 3) ofrece la gestión de actividades y la plataforma debe automatizar los procesos.

2.3 MARCO JURÍDICO

2.3.1 Ley 30 de 1992.

Por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. Como uno de los requisitos de las instituciones académicas, en el artículo 14 de la ley 30 de 1992, se estipula: “c) Haber laborado en el campo específico de dicha capacitación por un período no inferior a dos (2) años, con posterioridad a la capacitación del SENA. Artículo 15. Las instituciones de Educación Superior podrán adelantar programas en la metodología de educación abierta y a distancia, de conformidad con la presente Ley.”

2.3.2 Ley 1188 de 2008.

Por la cual se regula el registro calificado de programas de educación superior y se dictan otras disposiciones. En el artículo 2, numeral 8, se define como condición de calidad de los programas académicos: “El uso adecuado y eficiente de los medios educativos de enseñanza que faciliten el aprendizaje y permitan que el profesor sea un guía y orientador y el estudiante sea autónomo y participante”

2.3.3 Decreto 1295 de 2010.

Por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior. En los programas a distancia o virtuales la institución debe indicar el proceso de diseño, gestión, producción, distribución y uso de materiales y recursos, con observancia de las disposiciones que salvaguardan los derechos de autor. Para los programas nuevos adicionalmente la institución debe presentar los módulos que correspondan por lo menos al 15% de los créditos del programa completamente desarrollados, y el plan de diseño y desarrollo de los

demás cursos que conforman el plan de estudios. Para el caso de los programas virtuales, deben estar disponibles en la plataforma seleccionada.

2.3.4 Ley 87 de 1993.

Por la cual se establecen normas para el ejercicio del control interno en las entidades y organismos del Estado y se dictan otras disposiciones.

2.3.5 Decreto 1537 de 2001.

Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 87 de 1993 en cuanto a elementos técnicos y administrativos que fortalezcan el sistema de control interno de las entidades y organismos del Estado.

2.3.6 Decreto 2145 de 1999.

Por el cual se dictan normas sobre el Sistema Nacional de Control Interno de las Entidades y Organismos de la Administración Pública del Orden Nacional y Territorial y se dictan otras disposiciones.

2.3.7 Decreto 1599 de 1999.

Por el cual se adopta el Modelo Estándar de Control Interno para el Estado Colombiano.

2.3.8 Ley 1273 de 2009.

Por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado - denominado "de la protección de la información y de los datos" y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones".

2.3.9 Ley 1581 de 2012

Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.

2.3.10 Ley 1341 de 2009.

Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones – TIC -, se crea la agencia nacional de espectro y se dictan otras disposiciones.

2.3.11 Decreto 1075 de 2015.

Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Educación.

2.4 MARCO GEOGRÁFICO

Este proyecto de aplicación se llevará a cabo en el Universidad Católica de Colombia, específicamente en la sede El Claustro, localizándose la institución en el barrio Chapinero de la Ciudad de Bogotá DC.



Figura 4 Mapa de la República de Colombia. Fuente: Magellan (1992)

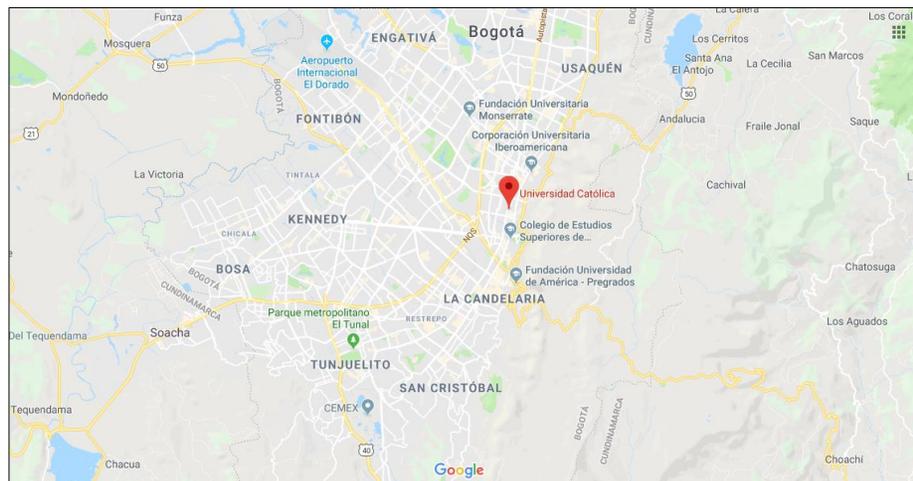


Figura 5 Ubicación Universidad Católica de Colombia, Sede claustro. Fuente: Tomado de Google Maps (2019).

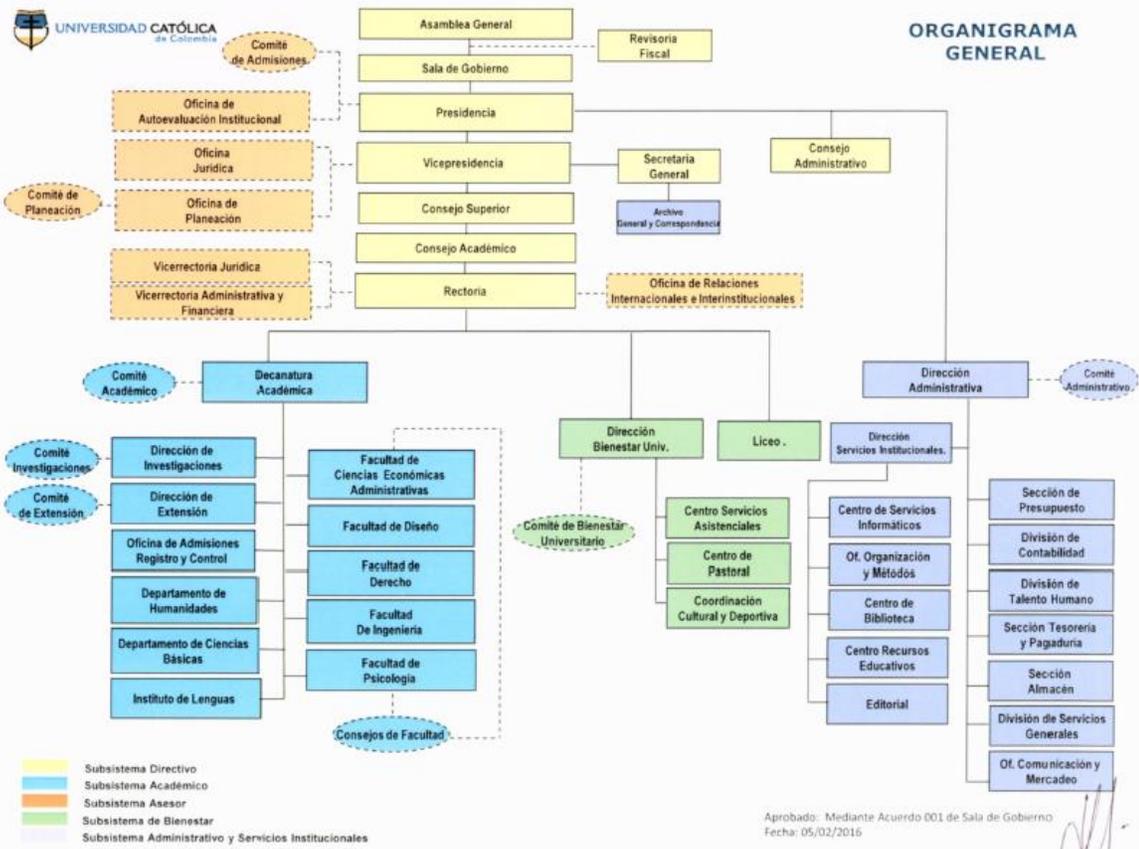


Figura 6 Estructura organizacional Universidad Católica de Colombia, 2016

Programas académicos por nivel de formación

Pregrados	7
Especializaciones	18
Maestrias	5
Doctorado	1
Total programas académicos	31

Tabla 2 Programas Académicos - Universidad Católica de Colombia

Población	
Nivel de Formación	Matriculados
Universitario	9.762
Especialización	1.457
Maestría	171
Doctorado	16
Total	11.406

Tabla 3 Población Universidad Católica de Colombia

2.5 MARCO DEMOGRÁFICO

El proyecto será desarrollado en la Universidad Católica de Colombia, Institución de Educación Superior sujeta a inspección y vigilancia por el Ministerio de Educación, reconocida mediante Resolución Número 2271 de julio 7 de 1970 del Ministerio de Justicia.

2.6 ESTADO DEL ARTE

A continuación, se describen algunos trabajos de investigación sobre Auditoría informática a plataformas LMS:

IDENTIFICACIÓN	OBJETIVO GENERAL	CATEGORÍAS/VARIABLES	INSTRUMENTOS RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	RESULTADOS
<p>Hiroshi, U. H. Ueda, Motonori, N. M. Nakamura, & Elsevier BV. (2016). GakuNinMoodle: Hacia servicios de aprendizaje electrónico robustos utilizando Moodle en Japón. <i>Procedia Computer Science</i>, , 6–10. Recuperado de https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2016.08.219</p>	<p>Mejorar los servicios de e-learning, mejorar la educación sobre conciencia de seguridad mediante el desarrollo de servicios de aprendizaje electrónico</p>	<p>Seguridad e-Learning Actualización SCORM Esquema de GakuNinMoodle Moodle</p>	<p>La prueba final, una prueba basada en JavaScript dentro del modelo de referencia de objetos de contenido compatible. Contenido de SCORM.</p>	<p>El diseño del curso y la gestión de Moodle se mejoraron después de haber aplicado la “prueba final”, la optimización de la base de datos es el mejor método para mejorar el rendimiento de LMS, sin</p>

	más sólidos en Moodle.			embargo, se hace bajo recursos limitados del sistema. La reducción en el número de consultas es efectiva para mejorar la robustez de los servicios con Moodle.
Cuyán Noj, A. (2016). Evaluación de la Plataforma Moodle del campus virtual de la Facultad de Humanidades de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo el estándar ISO 9126. 1st ed. [ebook] Guatemala, pp.8, 96, 99. Available at:	Evaluar el cumplimiento de la plataforma Moodle del campus virtual de la facultad de Humanidades de la Universidad de	Calidad Criterios de calidad Mantenibilidad Usabilidad Moodle ISO 9126	Técnica de encuesta cuantitativa, aplicada sobre la muestra de personas.	El grado de satisfacción de calidad en el uso de la plataforma para los usuarios finales estudiantes y docentes alcanzó una puntuación de 80, según la escala de Likert clasifica

<p>http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_2301.pdf [Accessed 2 May 2019].</p>	<p>San Carlos de Guatemala bajo las especificaciones técnicas del estándar ISO 9126</p>			<p>como un nivel muy satisfactorio. En cuanto a calidad interna y externa con calificación de 69 se ubica entre el nivel normal y muy satisfactorio.</p>
<p>Osma, P. and Ignacio, J. (2015). <i>Propuesta de Métrica para evaluación de Plataformas LMS abiertas</i>. 1st ed. [ebook] Bogotá, D.C., pp. 64 - 77. Available at: https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3513/PALACIOS%20OSMA%2C%20JOSE%20IGNACIO</p>	<p>Establecer un sistema de evaluación cuantitativa que de soporte y facilite la toma de decisiones que requiera una Institución de Educación Superior para adquirir e implementar</p>	<p>Usabilidad Mantenibilidad Tipos de plataformas LMS Resultados Moodle Sakai Chamilo</p>	<p>Juicio de expertos Cabero & Barroso, 2013, bajo la metodología Delphi. Construcción de modelo de métrica a partir de entrevistas sobre la experiencia, estudio y desarrollo de cursos en LMS</p>	<p>La plataforma cumple en su mayoría las expectativas de los expertos, posee buenas herramientas de comunicación en la forma que se estructuran los cursos. No son muy claras las opciones de seguimiento de los</p>

<p>O.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Accessed 12 Apr. 2019].</p>	<p>un tipo de plataforma LMS libre.</p>			<p>avances del estudiante, en cuanto al tema de redes sociales su valoración es baja.</p>
<p>Luminița, C. L. Costinela, Magdalena, N. M. Nicoleta, & Elsevier BV. (2012). Vulnerabilidades de seguridad en el e-learning. Procedia - Ciencias Sociales y del Comportamiento, , 3–5. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.47</p> <p>4</p>	<p>Discutir y abordar los problemas de vulnerabilidad es, seguridad y privacidad de los sistemas de e-learning de código abierto como lo es Moodle.</p>	<p>Vulnerabilidades Educación Seguridad e-learning Moodle</p>	<p>Falsificación de solicitud entre sitios. Inyección directa de código SQL en la página web; inyección remota utilizando un archivo virus / troyano; ataques de aplastamiento de pila; Inyección de SQL en la dirección del sitio (inyección de URL SQL); realizar diferentes búsquedas utilizando los motores de</p>	<p>Moodle está construido para ser seguro, pero hay muchos factores a tener en cuenta: la seguridad del servidor web físico, la forma en que se configura Moodle y las actualizaciones regulares de los paquetes. El desarrollo de los e-learning deben realizarse con métodos de</p>

			<p>búsqueda para recuperar información personalizada del sitio web como contraseña, nombre de usuario.</p>	<p>seguridad reconocidos internacionalment e. El sistema necesita implementar servicios de seguridad como autenticación, cifrado, control de acceso, Gestionando usuarios y sus permisos. La transferencia de datos entre el sistema y los administradores u operadores de contenido.</p>
--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 4 Cuadro estado del arte

2.6.1. GakuNinMoodle: hacia servicios de aprendizaje electrónico robustos

utilizando Moodle en Japón.

- Objetivo:

En este artículo se encargaron de crear y aplicar una “Prueba final” con el objetivo de mejorar la educación sobre conciencia de seguridad mediante el desarrollo de servicios de aprendizaje, el documento se centra en la mejora de los servicios e-learning principalmente en Moodle con recursos limitados del sistema.

- Metodología:

Esquema de GakuNinMoodle, es un servicio iniciado en noviembre de 2012 para institutos en Japón, este servicio apoya la educación de conciencia de seguridad con dos partes, dependientes del instituto y temas comunes.

Para que el usuario participe en los cursos la configuración personalizada es:

Rol	Curso común "Aprenda con la princesa Rin-Rin: Cyberethics"	Curso específico del Instituto
Administrador GakuNinMoodle	Administrador	Administrador
Administrador de cursos del instituto	Instituto de aprendizaje Access (profesor limitado)	Administrador
Usuarios Federados	Estudiante	Estudiante

Tabla 5 Permisos para GakuNinMoodle

Recursos	Descripción
CPU	Intel® Xeon ® CPU L5520 (a) 2.27 GHz x 2
RAM	16 GB
OS	CentOS 5.11
Web	Apache httpd 2.2.3
DB	MySQL 5.7.11
PHP	PHP 5.3.3
LMS	Moodle 2.6.10 (Build:20150310)

Tabla 6 Esquema del sistema de GakuNinMoodle al 30 de abril de 2016

Se tienen problemas en el tiempo de espera de descarga de los informes de aprendizaje del curso, aunque la solución es escalar los recursos del servidor no se obtienen mejoras después de dos intentos ya que la infraestructura del servidor es limitada.

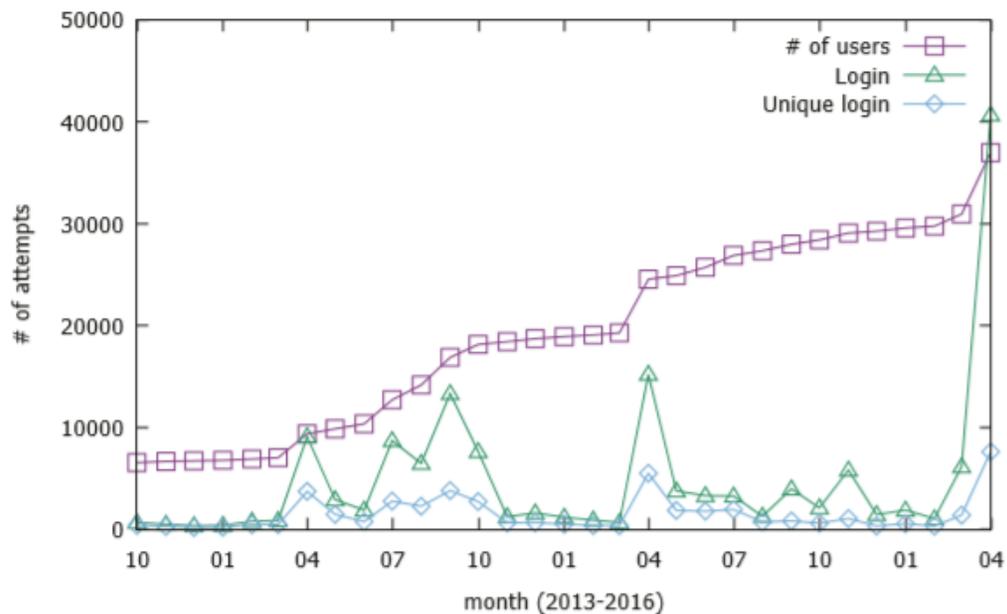


Figura 7 Intento de inicio de sesión 2013-2016 para GakuNinMoodle

La figura muestra el número de usuarios y sus intentos de inicio de sesión para GakuNinMoodle fue utilizado por 36,984 usuarios de 102 instituciones, esto implica que aproximadamente uno de cada doce estudiantes de una universidad accedió a GakuNinMoodle. El inicio de sesión general y los intentos de inicio de sesión únicos fueron 14.9135 y 46.491, respectivamente.

La Prueba Final, que es una prueba basada en JavaScript dentro del modelo de referencia de objetos de contenido compatible, el contenido de SCORM se dividió en un módulo de prueba de Moodle, luego se adaptaron Actividades condicionales para permitir a los usuarios tomar la prueba final después de la finalización del contenido de SCORM, el curso se restableció anualmente para eliminar todo el seguimiento de SCORM.

- Resultados:

Es imposible eliminar o agregar un objeto para retener los datos de seguimiento SCORM de un usuario de la base de datos de Moodle, porque su estructura lógica se corrige cuando el paquete SCORM se publica para los usuarios y queda editable.

Se reportó que un cuello de botella fue causado por llamadas a la API ya que la compatibilidad entre la API SCORM con LMS y Web los navegadores no son tan buenos.

Se tuvo que convertir el paquete de SCORM 2004 a SCORM 1.2 porque el reciente de Moodle ya no es compatible con SCORM 2004.

El servicio de Moodle demostró la importancia de ampliar los recursos de CPU para los procesos de base de datos para mejorar la robustez de los servicios a gran escala.

La principal conclusión que se extrae es que la optimización de la base de datos es el mejor método para mejorar el rendimiento de LMS, sin embargo, se hace bajo recursos limitados, considerando los paquetes de contenido de SCORM para la reducción de las llamadas a la API entre LMS y contenido de SCORM por ejemplo como cuando se descargan todos los informes de aprendizaje. Este estudio muestra las ventajas de la optimización de la base de datos, incluido el restablecimiento del curso y el diseño de este que evita una gran cantidad de consultas.

2.6.2 Propuesta de métrica para evaluación de plataformas LMS Abiertas.

En este estudio realizado por la Universidad Internacional de La Rioja, se presenta una métrica que oriente a la evaluación y comparación de atributos de calidad para plataformas LMS como: accesibilidad, usabilidad, flexibilidad, ubicuidad asociados a estándares existentes, para tomar la mejor decisión al implantar dichas plataformas en instituciones de educación superior. El objetivo general de este trabajo fue establecer un sistema de evaluación cuantitativa que soportara y facilitara la toma de decisiones para adquirir e implementar una plataforma LMS libre. Se identificaron los atributos más representativos, se presentaron y compararon desde lo pedagógico, funcional y administrativo y finalmente se propusieron recomendaciones orientadas a la selección de la plataforma a implementar.

Se propuso un estudio exploratorio basado en la investigación mediante artículos científicos y bibliografía especializada que soportara la propuesta a desarrollar, se utilizó el juicio de expertos bajo la metodología Delphi. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Construcción del modelo de métrica
- Establecer el índice de coeficiente de competencia del experto
- Presentación del modelo a los expertos partiendo de los atributos como: herramientas de contenido, de comunicación, de evaluación y seguimiento y requerimientos técnicos.
- Calificación de la métrica a partir del juicio de expertos mediante la aplicación de una formula (Cabero & Barroso, 2013).

Se identificaron las siguientes características a evaluar para el criterio de usabilidad:

- Diseño visual
 - Visibilidad de los recursos y estructura de la plataforma
 - Indicador de ubicación de usuario
 - Textos adaptados para la web
- Permite diferentes perfiles
 - Itinerarios alternativos
 - Facilidad de uso percibida por los usuarios
 - Modos de acceso multiusuario

Se definió una escala de calificación de (0) a (10) siendo (0) poco importante y (10) muy relevante y se tomó como referencia el modelo de Lovelle y el juicio de expertos.

Como resultado de esta evaluación a Moodle, se obtuvo una calificación total de los atributos y características tecnológicas seleccionados de 2,69. Para el atributo de usabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Atributo	Calificación
Usabilidad	7,83

<i>Diseño visual</i>	7,33
<i>Visibilidad de los recursos y estructura plataforma</i>	8
<i>Indicador de ubicación del usuario</i>	7
<i>Textos adaptados para la web</i>	7
<i>Permite diferentes perfiles</i>	8,33
<i>Itinerarios alternativos</i>	9
<i>Facilidad de uso percibida por los usuarios</i>	8
<i>Modos de acceso multiusuario</i>	8

Tabla 7 Calificación atributos tecnológicos Usabilidad - Caso prototipo de métrica

Se resaltó que la métrica propuesta permite valorar y definir los criterios para la selección de plataformas de aprendizaje, también que las instituciones pueden incluir y definir sus propios factores definidos por los diferentes estándares.

2.6.3 Evaluación de la usabilidad de la plataforma Sakai en la Facultad de Economía y Empresa de Murcia

Este trabajo consistió en la elaboración y aplicación de una encuesta para conocer la opinión de los alumnos de la institución sobre el uso y satisfacción con la plataforma de aprendizaje (Sakai). La encuesta fue realizada por 425 alumnos de la facultad y se concluyó que fue valorada y considerada rápida para acceder, de fácil manejo, imprescindible para el desarrollo de las actividades académicas, su componente mejor valorado fue los Recursos y el menor valorado los Foros.

Aspecto	Puntuación media
En general el Aula Virtual de la UMU es útil/práctica en educación	4,25
El acceso al Aula Virtual de la UMU es rápido	3,75
El acceso al Aula Virtual de la UMU es fácil	4,03
Consultar los contenidos didácticos que se proporcionan a través del Aula Virtual la UMU es fácil	3,84
Es fácil aprender a usar el Aula Virtual	3,76
El uso del Aula Virtual de la UMU por parte del profesor es imprescindible para el desarrollo de la docencia	4,17
El uso del Aula Virtual de la UMU mejora su rendimiento y productividad	3,84
Los profesores han fomentado el uso del Aula Virtual de la UMU	3,91
Nivel de utilidad Herramienta Recursos	4,76
Nivel de utilidad Herramienta Anuncios	4,45
Nivel de utilidad Herramienta Mensajes privados	3,81
Nivel de utilidad Herramienta Tareas	3,91
Nivel de utilidad Herramienta Exámenes	3,36
Nivel de utilidad Herramienta Foros	2,24

Tabla 8 Valores descriptivos encuesta - Caso plataforma Sakia

2.6.4 Vulnerabilidades de seguridad en el e-learning (Costinela Magdalena, Nicoleta, & Elsevier 2012):

- Objetivo:

En este artículo se discutieron las amenazas típicas de sistemas de aprendizaje y veremos cómo podemos abordar estos problemas junto con sus vulnerabilidades de seguridad y privacidad de los sistemas e-learning de código abierto como lo es Moodle.

- Metodología:

Se realizan pruebas a la plataforma Moodle para detectar problemas de intrusión externa cuando se implementaron métodos como:

- Falsificación de solicitud entre sitios.
- Inyección directa de código SQL en la página web.
- Inyección remota utilizando un archivo virus/troyano
- Descifrado de contraseñas utilizando sistemas de descifrado

- Resultados:

El primer defecto de diseño de Moodle está relacionado con el ataque de fuerza bruta. Un ataque de fuerza bruta consiste en pretender cada posible código, combinación o contraseña hasta que encuentre el correcto. Este tipo de ataque se puede realizar para adivinar La contraseña o nombre de usuario. Para adivinar la contraseña, el usuario envía varias solicitudes al servidor web con el espacio en blanco campo de cookies para que el recuento de fallos de inicio de sesión se restablezca a cero. Para evitar esto, Moodle agregó un sistema de política de

contraseñas (a partir de la versión 1.9) Este problema puede resolverse también usando un captcha.

Sistema en la página de inicio de sesión. Otro problema de seguridad puede ocurrir cuando se usa un ataque de secuestro de sesión. La sesión se maneja en Moodle mediante el uso de dos cookies: MoodleSession y MoodleSessionTest que pueden interceptarse debido a que Moodle utiliza solo túneles SSL en el servicio de inicio de sesión y algunos servicios de administración. De esta manera, se realizan las solicitudes HTTP en texto plano que puede ser interceptado y decodificado. Una vez que obtiene la cookie, un atacante puede usar esta información en su propio Solicitud HTTP para tomar el control de la sesión del usuario objetivo. La única forma de evitar esto es usar SSL (Secure Socket Capa). Todo el sitio debe crear conexiones SSL con sus clientes (para esto, el servidor web necesita un SSL certificado).

3. METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Estrategia de investigación bajo el paradigma positivista con un enfoque de investigación mixto, un alcance descriptivo y un diseño no experimental transversal. Se realizarán pruebas de evaluación bajo entrevistas y criterios de calidad en la Usabilidad y Mantenibilidad estipulados en la norma ISO 25023.

3.2 FASES DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

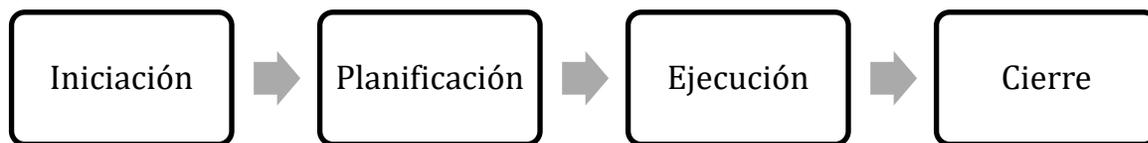


Figura 8 Fases metodología

3.2.1 Iniciación.

Se determinará el alcance del proyecto y las características para tener en cuenta, de identificarán los riesgos del proyecto, se determinará el rol de las partes interesadas dentro del proyecto, las cuales están clasificadas en patrocinadores, cliente y usuario:

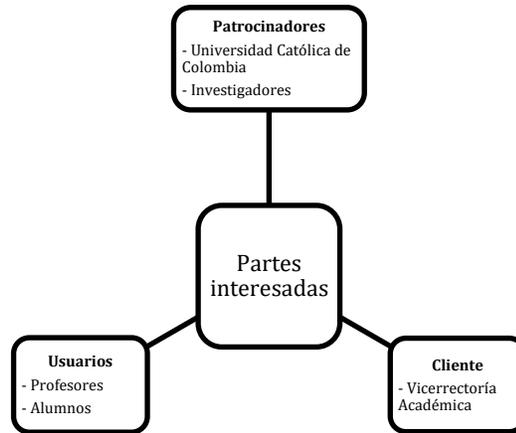


Figura 9 Partes interesadas

3.2.2 Planificación.

En esta fase se definirá el cronograma de actividades, el presupuesto estimado y la estructura de desglose del trabajo.

3.2.3 Ejecución.

Reunión inicial.

Se realizará la reunión inicial con la Especialista de Aulas Virtuales, donde se informará el alcance de la auditoría y se solicitará la información requerida para la ejecución de las pruebas.

Se identificarán las personas clave que serán entrevistas durante la ejecución del proyecto.

Identificación de las características para la evaluación de la plataforma.

- Se realizarán solicitudes de información como: resultados de encuestas, casos escalados por los estudiantes, entre otros.
- Se analizará la información recolectada
- Se realizará la identificación de las características, sub-características y mediciones estipuladas en la ISO 25023

Diseño de la guía de auditoría para la evaluación de los criterios de usabilidad y mantenibilidad de la plataforma.

Una vez identificados los lineamientos establecidos en el estándar ISO 25023, se realizará el diseño de la guía de auditoría tomando como referencia las mediciones estipuladas en la norma. Se aplicarán las pruebas definidas en la guía y se aplicarán las entrevistas, toma de evidencias y mediciones con el objeto de determinar los resultados.

Generación de informe y recomendaciones.

Se realizará la comunicación y retroalimentación de las situaciones identificadas

Se emitirá el informe y recomendaciones para la mejora continua. Se realizará un informe donde se incluyan los hallazgos y oportunidades de mejora identificadas durante la ejecución del trabajo, aquí se incluirán recomendaciones basadas en los lineamientos establecidos en el estándar seleccionado para la evaluación.

3.2.4 Cierre

Finalización:

Con el visto bueno de las partes interesadas se dará por aceptada la propuesta. Se elaborará un acta de cierre.

3.3 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

El instrumento principal del proyecto es la guía de auditoría diseñada bajo los criterios de calidad establecidos en la ISO 25023 para la usabilidad y mantenibilidad. (ver anexo I)

Se realizarán entrevistas con el personal técnico y especialista en plataformas virtuales para dar respuesta a los criterios tomados en la guía diseñada. (ver anexo II)

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 INICIACIÓN

El alcance del proyecto será el desarrollo del proceso de auditoría a los criterios de usabilidad y mantenibilidad de la plataforma LMS Moodle utilizada en la Universidad Católica de Colombia, bajo las características, sub-características y mediciones establecidas en la norma ISO 25023, generando recomendaciones para apoyar la mejora continua de la plataforma.

Los roles y responsabilidades asignados dentro del proyecto se presentan a continuación:

Rol	Responsabilidad
Patrocinadores	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="824 1045 1403 1220">- Realizar una investigación basada en el estado del arte que permita determinar los lineamientos a utilizar<li data-bbox="824 1266 1377 1440">- Realizar las actividades propuestas para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto<li data-bbox="824 1486 1260 1587">- Identificar no conformidades y oportunidades de mejora<li data-bbox="824 1633 1308 1808">- Apoyar la mejora continua de la plataforma mediante la emisión de recomendaciones

	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer los docentes capacitados para dar un acompañamiento asertivo para el desarrollo del proyecto
Usuarios	<ul style="list-style-type: none"> - Hacer uso de la plataforma LMS Moodle y manifestar el punto de vista frente a las percepciones solicitadas
Cliente	<ul style="list-style-type: none"> - Brindar la información necesaria para el desarrollo de las actividades propuestas de forma oportuna - Disponer del personal técnico y administrativo para la realización de las entrevistas -

Tabla 9 Roles y responsabilidades proyecto

4.2 PLANIFICACIÓN

El proyecto se desglosará bajo la estructura EDT, controlando el alcance y el cumplimiento a los objetivos específicos propuestos.

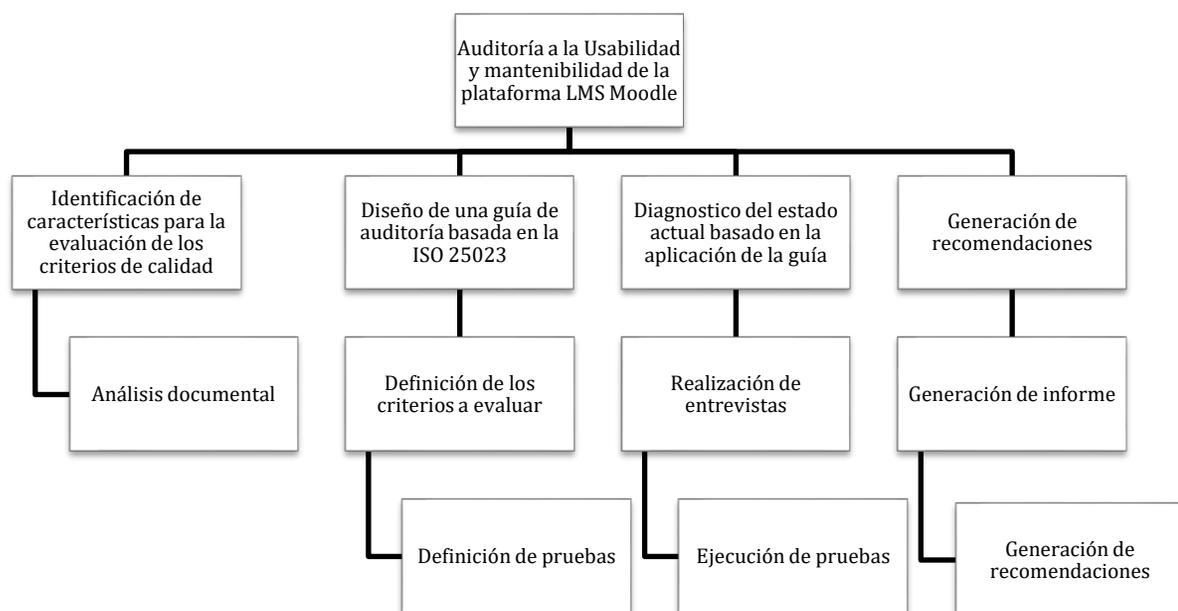


Figura 10 Estructura EDT proyecto

El cronograma de actividades alineado con el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto y los tiempos establecidos por la Universidad:

Actividad	Duración	Inicio	Fin
Iniciación			
Levantamiento de información	30 días	01/02/2019	02/03/2019
Definición título, problema, pregunta investigación, objetivos, justificación, estado del arte	30 días	03/03/2019	02/04/2019
Planificación			
Definición Gestión de tiempo	5 días	03/04/2019	08/04/2019
Definición Gestión Recursos	5 días	09/04/2019	14/04/2019
Definición Gestión de costos	5 días	15/04/2019	20/04/2019

Ejecución			
Identificar características, sub-características y mediciones de acuerdo con la norma ISO 25023:2016	8 días	21/04/2019	29/04/2019
Diseño guía de auditoría	10 días	30/04/2019	10/05/2019
Diagnosticar estado actual	3 días	11/05/2019	14/05/2019
Seguimiento y control			
Elaboración informe con recomendaciones	12 días	15/05/2019	27/05/2019
Cierre			
Realizar artículo de investigación	12 días	28/05/2019	08/06/2019
Realizar poster	5 días	09/05/2019	13/06/2019
Sustentación proyecto	1 día	14/06/2019	15/06/2019

Tabla 10 Cronograma

Adicional, se define el presupuesto global, los gastos de personal, equipos, salidas de campo y material requerido para el desarrollo del proyecto:

RUBROS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PERSONAL	25.000	10.500.000
EQUIPOS	2.000.000	4.000.000
SOFTWARE		
MATERIALES	50.000	50.000
SALIDAS DE CAMPO	200.000	400.000
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	150.000	150.000
TOTAL	2.425.000	15.100.000

Tabla 11 Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación (en miles de \$).

INVESTIGADOR / EXPERTO/ AUXILIAR	FORMACI ÓN ACADÉMI CA	FUNCIÓN DENTRO DEL PROYECTO	DEDICACIÓ N Horas/seman a	VALOR
Kelly Johana Cardozo	Ingeniero de sistemas	Investigador	15	750.000
Sandra Milena González	Ingeniero de sistemas	Investigador	15	750.000
TOTAL				10.500.000

Tabla 12 Descripción de los gastos de personal (en miles de \$).

EQUIPO	VALOR TOTAL
PC Windows 10	2.000.000
PC Windows 10	2.000.000
TOTAL	4.000.000

Tabla 13 Descripción y cuantificación de los equipos de uso propio (en miles de \$)

ITEM	COSTO UNITARIO	#	TOTAL
Pasajes trabajo a universidad, universidad a casa	2.000	100	200.000
Pasajes trabajo a universidad, universidad a casa	2.000	100	200.000

TOTAL	400.000
--------------	---------

Tabla 14 Valoración de las salidas de campo (en miles de \$).

MATERIALES	JUSTIFICACIÓN	VALOR TOTAL
Papelería	Impresiones (trabajo, articulo, poster)	50.000
TOTAL		50.000

Tabla 15 Materiales y suministros (en miles de \$)

ÍTEM	JUSTIFICACIÓN	VALOR TOTAL
ISO	Adquisición ISO para la ejecución de actividades	150.000
TOTAL		150.000

Tabla 16 Bibliografía (en miles de \$).

Los riesgos identificados para el proyecto se estiman a nivel de retrasos en la entrega de la información, tiempo limitado para adquirir el conocimiento de la norma y ausencia del personal requerido para la realización de las entrevistas:

ID	Riesgo	Consecuencia	Probabilidad	Impacto	Calificación	Respuesta
1	La dificultad de convocar el personal que	Incumplimiento de objetivos	Media	Alto	3	Compromiso por parte de las partes

	administra y mantiene la plataforma puede producir retrasos en la ejecución del proyecto.	establecidas en el proyecto.				interesadas, comunicación asertiva y constante.
2	Errores en la selección de la norma por desconocimiento de esta.	Esto puede conducir a reprocesos e incumplimientos en los objetivos propuestos.	Media	Alto	3	Investigación exhaustiva previa a la selección de la norma asegurando que es la guía apropiada de acuerdo con los objetivos del proyecto.
3	Falta de disponibilidad de alguno de las partes interesadas del	Incumplimiento de objetivos establecidas en el proyecto.	Bajo	Bajo	9	Distribución del trabajo para lograr las metas propuestas,

equipo por enfermedad u otra causa.					comunicación asertiva y oportuna.
-------------------------------------	--	--	--	--	-----------------------------------

Tabla 17 Matriz de riesgos del proyecto

La escala de calificación del impacto está determinada de la siguiente manera:

Probabilidad ↑	A	4	2	1
	M	7	5	3
	B	9	8	6
		B	M	A
		Impacto →		

Tabla 18 Escala calificación riesgo

4.3 EJECUCIÓN

Para la ejecución de la propuesta, se contempló el estudio de la norma ISO 25023 donde se identificarían las características, sub-características y medidas de calidad para la Usabilidad y Mantenibilidad. Con base en la información identificada, se realizará el diseño de una Guía de auditoría la cual describirá las características, sub-características, el objetivo de la prueba y los pasos que se deben realizar para realizar la evaluación de cada una de las mediciones.

Una vez estructurada la Guía de auditoría, se aplicarán las pruebas allí descritas mediante una prueba de recorrido sobre la plataforma, entrevistas efectuadas al personal que administra y mantiene la plataforma y tomando como referencia los resultados de las encuestas ya realizadas en el inicio de semestre del presente año en los cursos de entrenamiento ofrecidos a docentes para el uso de la plataforma.

Finalmente, se espera diagnosticar el estado actual de los criterios de calidad seleccionados para la plataforma mediante el resultado de las pruebas aplicadas, con esto también se definirá un informe donde se incluirán las no conformidades y las oportunidades de mejora identificadas cuando aplique, esto con el objeto de apoyar la mejora continua de las herramientas de aprendizaje dispuestas por la Universidad Católica de Colombia.

Identificación de características y sub-características:

La siguiente información se proporciona para cada medida de calidad en las tablas de la cláusula 8 de la norma ISO 25023:2016:

- Código de identificación de la medida de calidad. Cada identificación consta de las siguientes tres partes:
- Código alfabético abreviado que representa las características de calidad como X mayúscula

- Sub-características como X mayúscula seguido de x minúscula (por ejemplo, "PTb")
- Número de serie de orden secuencial dentro de las sub-características de calidad
- G (Genérico) o S (Específico) que expresan categorías potenciales de medida de calidad; donde, las medidas Genéricas se pueden usar cuando sea apropiado y las medidas específicas se podrían usar cuando sea relevante en una situación particular.
- Nombre: nombre medida calidad
- Descripción de la información proporcionada por la medida de calidad
- Fórmula matemática de la función de medición que muestra cómo se combinan los elementos de medición de calidad para producir la medición de calidad

Medidas de usabilidad

Las medidas de usabilidad se utilizan para evaluar el grado en que un producto o sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico.

Las medidas de uso interno se utilizan para predecir hasta qué punto el software en cuestión se puede entender, aprender y operar, y permitirá una interacción agradable y satisfactoria para el usuario.

Para evaluar cada medida se usará una escala ordinal según la situación: 1.0 para excelente, 0,9 a 0,6 para bueno, 0,5 a 0,4 para pobre y 0,3 o menos para malo.

Medidas de reconocibilidad de adecuación

Las medidas de calidad para el reconocimiento de la adecuación se utilizan para evaluar el grado en que los usuarios pueden reconocer si un producto o sistema es adecuado para sus necesidades.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
UAp-1-G	Descripción completa	¿Qué proporción de escenarios de uso se describe en la descripción del producto o en los documentos del usuario?	$X = A/B$ A=Número de escenarios de uso descritos en la descripción del producto o en los documentos del usuario. B= Número de escenarios de uso del producto
UAp-2-S	Cobertura de demostración	¿Qué proporción de tareas tiene características de demostración para que los usuarios reconozcan su idoneidad?	$X = A/B$ A= Número de tareas con características de demostración. B= Número de tareas que podrían beneficiarse de las características de demostración.
UAp 3-S	Punto de entrada autodescriptivo	¿Qué proporción de las páginas de destino utilizadas comúnmente en un sitio web explica	$X = A/B$ A= Número de páginas de destino que explican

		el propósito del sitio web?	el propósito del sitio web. B= Número de páginas de destino en el sitio web
--	--	-----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Tabla 19 Medidas de reconocibilidad de adecuación

Medidas de capacidad de aprendizaje

Las medidas de capacidad de aprendizaje se utilizan para evaluar el grado en que un producto o sistema puede ser utilizado por un usuario específico para lograr objetivos específicos de aprendizaje, usar el producto o sistema con efectividad, eficiencia, libertad de riesgo y satisfacción en un contexto específico de uso.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
ULe-1-G	Guía de usuario completa	¿Qué proporción de funciones se explica con suficiente detalle en la documentación del usuario y / o facilidad de ayuda para permitir al usuario aplicar las funciones?	$X = A/B$ A= Número de funciones descritas en la documentación del usuario y / o facilidad de ayuda según sea necesario B= Número de funciones implementadas que

			deben ser documentadas
ULe-2-S	Campos de entrada por defecto	¿Qué proporción de los campos de entrada que podrían tener valores predeterminados se llenan automáticamente con los valores predeterminados?	$X = A/B$ A= Número de campos de entrada cuyos valores predeterminados se han completado automáticamente durante la operación B= Número de campos de entrada que podrían tener valores por defecto
ULe-3-S	Comprensibilidad de mensajes de error	¿Qué proporción de los mensajes de error indica la razón por la que ocurrió el error y cómo resolverlo?	$X = A/B$ A= Número de mensajes de error que indican la razón de la ocurrencia y sugieren formas de

			<p>resolución donde sea posible</p> <p>B= Número de mensajes de error implementados</p>
ULe-4-S	Interfaz de usuario auto explicativa	<p>¿Qué proporción de elementos de información y pasos presentados al usuario permiten que las tareas comunes sean completadas por un usuario primerizo sin un estudio o entrenamiento previo o buscando asistencia externa?</p>	<p>$X = A/B$</p> <p>A= Número de elementos de información y pasos que se presentan de una manera que el usuario pueda entender</p> <p>B= Número de elementos de información y pasos necesarios para completar tareas comunes para un usuario por primera vez</p>

Tabla 20 Medidas de capacidad de aprendizaje

Medidas de capacidad de operabilidad

Las medidas de operabilidad se utilizan para evaluar el grado en que un producto o sistema tiene atributos que facilitan su operación y control.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
UOp-1-G	Consistencia operacional	¿Hasta qué punto las tomas interactivas tienen un comportamiento y una apariencia coherentes tanto dentro de la tarea como en tareas similares?	$X = 1 - A/B$ A= Número de tareas interactivas específicas que se están realizando de manera inconsistente B= Número de tareas interactivas específicas que deben ser coherentes
UOp-2-G	Claridad del mensaje	¿Qué proporción de mensajes de un sistema transmite el resultado correcto o las instrucciones al usuario?	$X = A/B$ A= Número de mensajes que transmiten el resultado correcto o

			instrucciones para el usuario B= Número de mensajes implementado
UOp-3-S	Personalización funcional	¿Qué proporción de funciones y procedimientos operativos puede personalizar un usuario para su conveniencia?	X= A/B A= Número de funciones y procedimientos operativos que pueden personalizarse para conveniencia de los usuarios. B= Número de funciones y procedimientos operativos para los cuales los usuarios podrían beneficiarse de la personalización

UOp-4-S	Personalización de la interfaz de usuario.	¿Qué proporción de elementos de la interfaz de usuario se puede personalizar?	$X = A/B$ A= Número de elementos de la interfaz de usuario que se pueden personalizar. B= Número de elementos de la interfaz de usuario que podrían beneficiarse de la personalización.
UOp-5-S	Capacidad de monitor	¿Qué proporción de estados funcionales pueden ser monitoreados durante la operación?	$X = A/B$ A= Número de funciones que tienen capacidad de monitoreo estatal B= Número de funciones que podrían beneficiarse de la capacidad de monitoreo

UOp-6-S	Capacidad de deshacer	¿Qué proporción de tareas que tiene una consecuencia significativa proporciona una opción para volver a confirmar o deshacer la capacidad?	<p>X= A/B</p> <p>A=Número de tareas que proporcionan la capacidad de deshacer o una solicitud para volver a confirmar</p> <p>B= Número de tareas con capacidad para que los usuarios pudieran beneficiarse de tener una reconfirmación o deshacer.</p>
UOp-7-S	Categorización comprensible de la información	¿En qué medida el software organiza la información en categorías que son familiares para los usuarios previstos y	<p>X= A/B</p> <p>A= Número de estructuras de información que son familiares y</p>

		convenientes para sus tareas?	convenientes para el usuario previsto. B= Número de estructuras de información utilizadas.
UOp-8-S	Consistencia de la apariencia	¿Qué proporción de interfaces de usuario con artículos similares tiene una apariencia similar?	$X = 1 - A/B$ A= Número de interfaces de usuario con elementos similares, pero con diferentes apariencias B= Número de interfaces de usuario con elementos similares
UOp-9-S	Soporte de dispositivo de entrada	¿Hasta qué punto pueden las tareas ser una iniciativa de todas las modalidades de entrada apropiadas	$X = A/B$ A= Número de tareas que pueden iniciarse con todas

		(como el teclado, el mouse o la voz)?	las modalidades de entrada apropiadas B= Número de tareas soportadas por el sistema.
--	--	---------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 21 Medidas de operabilidad

Medidas de capacidad de protección contra errores del usuario.

Las medidas de protección contra errores del usuario se utilizan para evaluar el grado en que el sistema protege a los usuarios contra errores.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
UEp-1-G	Evitar el error de operación del usuario	¿Qué parte de las acciones y entradas del usuario están protegidas contra cualquier mal funcionamiento del sistema?	$X = A/B$ A= Número de acciones y entradas del usuario que están protegidas para evitar cualquier mal funcionamiento del sistema

			B= Número de acciones y entradas del usuario que podrían estar protegidas para evitar cualquier mal funcionamiento del sistema
UEp-2-S	Corrección de entrada de usuario	¿En qué medida el sistema proporciona un valor correcto sugerido, el valor correcto para los errores de entrada de usuario detectados con una causa identificable?	$X = A/B$ A= Número de errores de entrada para los cuales el sistema proporciona el valor correcto sugerido B= Número de errores de entrada detectados

UEp-3-S	Capacidad de recuperación de errores del usuario	¿Qué proporción de errores de usuario pueden ser corregidos o recuperados por el sistema?	X= A/B A= Número de errores de usuario que están diseñados y probados para ser recuperados por el sistema B= Número de errores de usuario que pueden ocurrir durante la operación
---------	--------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 22 Medidas de protección contra errores del usuario

Medidas de estética de la interfaz de usuario.

Las medidas estéticas de la interfaz de usuario se utilizan para evaluar el grado en que la interfaz de usuario permite una interacción agradable y satisfactoria para el usuario.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
UIn-1S	Aspecto estético de las interfaces de usuario	¿Hasta qué punto son las interfaces de usuario y el	X= A/B A= Número de interfaces de

		diseño general de apariencia estética?	pantalla estéticamente agradables a los usuarios en apariencia B= Número de interfaces de pantalla
--	--	-------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 23 Medidas de estética de la interfaz de usuario

Medidas de accesibilidad

Las medidas de accesibilidad se utilizan para evaluar el grado en que un producto o sistema puede ser utilizado por personas con la más amplia gama de características y capacidades para lograr un objetivo específico en un contexto de uso específico.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
UAc-1-G	Accesibilidad para usuarios con discapacidad	¿Hasta qué punto los usuarios potenciales con discapacidades específicas pueden usar el sistema con éxito (con	X= A/B A= Número de funciones exitosamente utilizables por los usuarios con una

		tecnología de asistencia, si corresponde)?	discapacidad específica B= Número de funciones implementadas
UAc-2-S	Adecuación de idiomas soportados	¿Qué proporción de idiomas necesarios es compatible?	$X = A/B$ A= Número de idiomas realmente soportados B= Número de idiomas necesarios para ser soportados

Tabla 24 Medidas de accesibilidad

Medidas de mantenibilidad

Las medidas de mantenimiento se utilizan para evaluar el grado de eficacia y la eficiencia con que un producto o sistema puede ser modificado por los mantenedores previstos.

Medidas de modularidad

Las medidas de modularidad se utilizan para evaluar el grado en que un sistema o programa de computadora se compone de componentes discretos, de modo que un cambio en un componente tiene un impacto mínimo en otros componentes.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
MMo-1-G	Acoplamiento de componente	¿Qué tan fuertes son los componentes independientes y cuántos componentes están libres de los impactos de los cambios a otros componentes en un sistema o programa de computadora?	$X=A/B$ A = Número de componentes que se implementan sin impacto en otros B = Número de componentes especificados que se requieren para ser independientes
MMo-2-S	Adecuación de la complejidad ciclomática.	¿Cuántos módulos de software tienen una complejidad ciclomática aceptable?	$X = 1-A/B$ A = Número de módulos de software que tienen una puntuación de complejidad ciclomática que

			supera el umbral especificado. B = Número de módulos de software implementados.
--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 25 Medidas de modularidad

Medidas de reutilización

Se utilizan para evaluar el grado en que un activo puede usarse en más de un sistema o en la creación de otros activos.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
MRe-1-G	Reutilización de activos	¿Cuántos activos en un sistema pueden ser reutilizables?	$X = A/B$ A = Número de activos que están diseñados e implementados para ser reutilizables. B = Número de activos en un sistema

MRe-2-S	Codificación de las normas de conformidad.	¿Cuántos módulos cumplen con las reglas de codificación requeridas?	$X = A/B$ A = Número de módulos de software que cumplen con las reglas de codificación para un sistema específico. B = Número de módulos de software implementados
---------	--------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 26 Medidas de reutilización

Medidas de análisis

Las medidas de análisis se utilizan para evaluar el grado de efectividad y la eficiencia con la que es posible evaluar el impacto en un producto o sistema de un cambio previsto en una o más de sus partes, o para diagnosticar un producto en busca de deficiencias o causas de falla. o para identificar partes a modificar.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
MAn-1-G	Sistema de registro completo	¿Hasta qué punto el sistema registra sus operaciones en	$X = A/B$

		registros para que sean rastreables?	<p>A = Número de registros que realmente se registran en el sistema.</p> <p>B = Número de registros que se requieren pistas de auditoría durante la operación.</p>
MAn-2-S	Diagnóstico de efectividad de la función.	¿Qué proporción de las funciones de diagnóstico cumple con los requisitos del análisis causal?	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Número de funciones diagnósticas útiles para el análisis causal.</p> <p>B = Número de funciones de diagnóstico implementadas.</p>
MAn-3-S	Suficiencia de la función de diagnóstico	¿Qué proporción de las funciones de diagnóstico	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Número de funciones de</p>

		requeridas ha sido implementada?	diagnóstico implementadas. B = Número de funciones de diagnóstico requeridas.
--	--	----------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

Tabla 27 Medidas de análisis

Medidas de modificabilidad

Las medidas de modificabilidad se utilizan para evaluar el grado en que un producto o sistema puede modificarse de manera efectiva y eficiente sin introducir defectos o degradar la calidad del producto existente.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
MMd-1-G	Eficiencia de modificación	¿Qué tan eficientes son las modificaciones hechas en comparación con el tiempo esperado?	$X = \frac{\sum_{i=1}^{tn} n(A_i/B_i)}{n}$ <p>A_i = Tiempo total de trabajo empleado para realizar un tipo específico de modificación i.</p>

			B_i = Tiempo previsto para realizar el tipo específico de modificación i . n = Número de modificaciones medidas.
MMd-2-G	Corrección de la modificación	¿Qué proporción de modificaciones se ha implementado correctamente?	$X = 1 - (A/B)$ A = Número de modificaciones que causan un incidente o falla de Dan dentro de un período definido después de su implementación. B = Número de modificaciones implementadas.
MMd-3-S	Capacidad de modificación	¿Hasta qué punto se realizan las modificaciones requeridas	$X = A/B$

		dentro de una duración específica?	A = Número de artículos realmente modificados dentro de una duración específica. B = Número de elementos que deben modificarse dentro de una duración específica.
--	--	------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 28 Medidas de modificabilidad

Medidas de probabilidad

Las medidas de probabilidad se utilizan para evaluar el grado de efectividad y la eficiencia con la que se pueden establecer los criterios de prueba para un sistema, producto o componente, y se pueden realizar pruebas para determinar si se han cumplido esos criterios.

ID	Nombre	Descripción	Función de medición
MTe-1-G	Función de prueba completa	¿Cuántas son completamente implementadas funciones de prueba e instalaciones?	$X = A/B$ A = Número de funciones de

			<p>prueba implementadas como se especifica.</p> <p>B = Número de funciones de prueba requeridas.</p>
MTe-2-S	Probabilidad autónoma	¿Cómo se puede probar independientemente el software?	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Número de pruebas que se pueden simular por apéndice entre las pruebas que dependen de otros sistemas.</p> <p>B = Número de pruebas que dependen de otros sistemas.</p>
MTe-3-S	Prueba de reiniciabilidad	¿Con qué facilidad se puede realizar la prueba de funcionamiento desde el punto	<p>$X = A/B$</p> <p>A = Número de casos en los que</p>

		de reinicio después del mantenimiento?	<p>el mantenedor puede pausar y reiniciar la ejecución de la prueba en los puntos deseados para verificar paso a paso.</p> <p>B = Número de casos en los que se puede pausar la ejecución de la prueba.</p>
--	--	----------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 29 Medidas de probabilidad

Diseño de la guía de auditoría

El diseño de la guía de auditoría consiste en identificar las actividades requeridas para realizar la evaluación de las características, sub-características y mediciones que recomienda la norma, tales como: recorridos por la plataforma, entrevistas al personal que administra la plataforma y recolección de resultados para encuestas aplicadas.

Ver anexo I. Guía de Auditoría Usabilidad y Mantenibilidad

Diagnóstico del estado actual a los criterios de calidad en la Usabilidad y la Mantenibilidad de la plataforma

Para dar un diagnóstico sobre el estado actual de los criterios de calidad seleccionados, se realizó la aplicación de las actividades definidas en la guía de auditoría de acuerdo con el objetivo esperado para cada caso.

Ver anexo II. Papeles de trabajo Auditoría Usabilidad y Mantenibilidad

Generación de informe, no conformidades y oportunidades de mejora identificadas

Como resultado de la evaluación realizada a las pruebas aplicadas para determinar el estado actual de la Usabilidad y la Mantenibilidad de la plataforma LMS Moodle, se determinaron las siguientes no conformidades y oportunidades de mejora con su respectiva recomendación:

ID	No conformidad	Recomendaciones
1.	Se identificó que los mensajes de error generados por la plataforma al ocurrir un problema en su funcionamiento no permiten entender la causa del error ni cuál sería su posible solución.	Identificar la causa de los errores más comunes o normalmente reportados por los usuarios y parametrizar mensajes que permitan entender la causa del error al usuario. Incluir la solución de los errores presentados al usuario garantizando que puedan ser solucionados sin ser escalados.
2.	A pesar de que la plataforma permite ser configurada en dos idiomas	Revisar el funcionamiento de la plataforma cuando es configurada en idioma inglés

	(español e inglés), al seleccionar el segundo idioma presenta inconsistencias en la demostración de características.	identificando los errores en los textos suministrados. Garantizar que todo el texto disponible en la herramienta sea compatible al ser configurado en idioma inglés
3.	La plataforma LMS Moodle no se encuentra configurada con herramientas tecnológicas que garanticen el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje a personas que presenten alguna discapacidad.	Evaluar la posibilidad de adaptar tecnologías de asistencia a la plataforma como lectores de texto que permitan atender la población que presenta alguna discapacidad auditiva, visual, cognitiva o física.
4.	Se evidenció que uno de los links disponibles para ser accedidos de la plataforma, no cuenta con una etiqueta que permita al usuario reconocer el sitio web a visitar.	Definir una etiqueta con el nombre del sitio web que garantice el reconocimiento por parte del usuario final.
5.	Se identificó que la plataforma no permite la personalización de funciones y procedimientos a conveniencia del usuario, pues esta se encuentra predefinida para ser utilizada bajo las características definidas en su desarrollo.	Adicionar la funcionalidad que permita personalizar los procedimientos comunes realizados por los usuarios.

6	Se evidencio que no existen documentaciones de reglas de codificación para desarrollo de software, tampoco para ejecución de pruebas y definición de tiempos de desarrollo y cumplimiento.	Definir políticas de codificación del software para los desarrolladores. Definir procedimientos para la ejecución de las pruebas. Documentar tiempos de desarrollo definidos para cada una de las implementaciones que se realicen.
7	No se evidencia documentación de seguimiento de los logs de monitoreo.	Definir y documentar procedimientos para la revisión de logs de monitoreo de la plataforma y su gestión.

Tabla 30 No conformidades

Oportunidades de Mejora:

Se sugiere la posibilidad de evaluar el uso de la aplicación Moodle para teléfonos celulares, ya que esto facilitaría el uso por parte del estudiante o del docente de la plataforma.

Para evitar pérdida de información y mantener la integridad de la misma, se propone la posibilidad de uso de Moodle en la nube.

4.4 CIERRE

Se adjunta correo remitido al personal que administra y mantiene la plataforma con los resultados obtenidos en la auditoría.

Ver Anexo IV. Correo de Universidad Católica de Colombia - Resultados Auditoría a la usabilidad y mantenibilidad de la plataforma LMS Moodle.

5. PRODUCTOS A ENTREGAR

Los productos a entregar al finalizar el desarrollo del trabajo son:

- Guía de auditoria para evaluar la usabilidad y mantenibilidad de la plataforma.
- Papeles de trabajo con el diagnóstico del estado actual sobre la usabilidad y la mantenibilidad de la plataforma LMS Moodle.
- No conformidades y oportunidades de mejora identificadas con sus respectivas recomendaciones.
- Artículo científico.
- Poster.

6. RESULTADOS

Como resultado de la ejecución de la auditoría a la Usabilidad y Mantenibilidad de la plataforma LMS Moodle utilizada en la Universidad Católica de Colombia, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Usabilidad:

- Se realizó la identificación de las características a evaluar bajo las sub-características y mediciones definidas en la norma ISO 25023:
 - Se identificaron 6 sub-características y 21 mediciones a evaluar en el criterio de Usabilidad.
- Se diseñó una guía de auditoría basada en los lineamientos de la norma donde se definieron las pruebas a realizar para verificar las mediciones sugeridas.
- Se realizó el diagnóstico del estado actual mediante la auditoría realizada basada en los riesgos definidos en la matriz.
- Se clasificaron los riesgos inherentes de acuerdo con el impacto, donde la mayoría de ellos se sitúan en un impacto Alto:

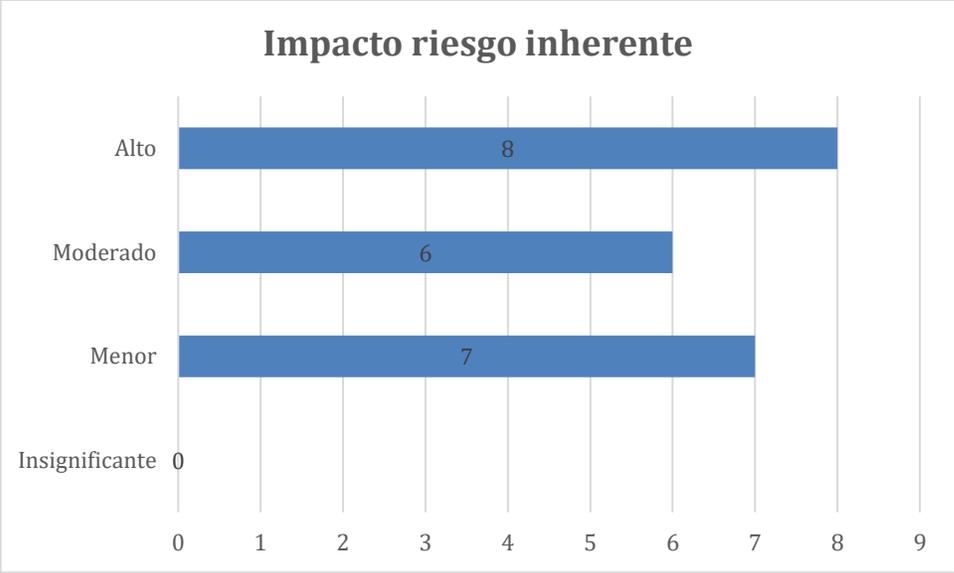


Figura 11 Impacto Riesgo inherente Usabilidad

- Se realizó el mapa de calor para el riesgo inherente, donde se clasificaron los riesgos por impacto así:

Riesgo Inherente

		IMPACTO				
		Insignificante 1	Menor 2	Moderado 3	Alto 4	Muy Alto 5
PROBABILIDAD	Casi Seguro 5					
	Probable 4		UAp 3-S UOp-1-G	ULe-1-G UOp-2-G UOp-8-S	UOp-6-S UEp-3-S	
	Posible 3		UOp-4-S UOp-9-S UEp-2-S UIn-1S	ULe-2-S UOp-7-S UEp-1-G	UAp-1-G UAp-2-S ULe-3-S ULe-4-S	UAc-1-G UAc-2-S
	Improbable 2		UOp-3-S			
	Raro 1					

Figura 12 Mapa de calor Riesgo inherente Usabilidad

- Mediante la aplicación de los controles identificados, se identificó una disminución del impacto y del nivel de riesgo de la siguiente manera:

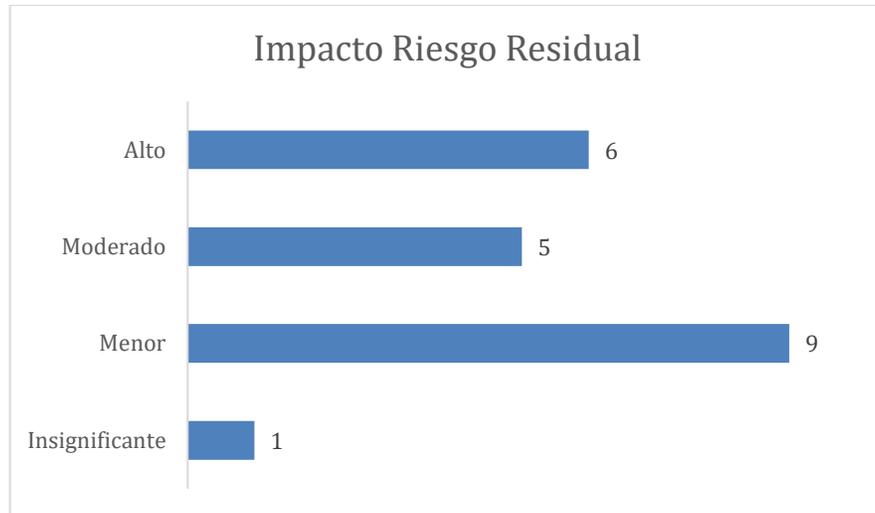


Figura 13 Impacto Riesgo residual Usabilidad

Riesgo Residual

		IMPACTO				
		Insignificante 1	Menor 2	Moderado 3	Alto 4	Muy Alto 5
PROBABILIDAD	Casi Seguro 5					
	Probable 4					
	Posible 3	UAp-3-S ULe-1-G UOp-1-G UOp-8-S Uln-1-S		ULe-2-S UOp-2-G UOp-6-S		
		UOp-4-S	UOp-3-S UOp-9-S UEp-1-G UEp-2-S	ULe-3-S UOp-7-S	UAp-1-G UAp-2-S UAc-2-S ULe-4-S UEp-3-S UAc-1-G	
	Improbable 2					
	Raro 1					

Figura 14 Mapa de calor Riesgo residual Usabilidad

- Se identificaron 5 no conformidades bajo las 21 mediciones evaluadas.



Figura 15 No conformidades vs. controles evaluados Usabilidad

- Mantenibilidad:

- Se realizó la identificación de las características a evaluar bajo las sub-características y mediciones definidas en la norma ISO 25023:
 - Se identificaron 5 sub-características y 12 mediciones a evaluar en el criterio de Mantenibilidad.
- Se diseñó una guía de auditoría basada en los lineamientos de la norma donde se definieron las pruebas a realizar para verificar las mediciones sugeridas.
- Con base en la guía de auditoría se aplicó entrevista a los encargados de la mantenibilidad de la plataforma para identificar que sub-características se cumplen y como se aplican.
- Se realizó el diagnóstico del estado actual mediante la auditoría realizada basada en los riesgos definidos en la matriz.
- Se realizó la clasificación de los riesgos inherentes de acuerdo con el impacto, donde la mayoría de ellos se sitúan en un impacto Alto:

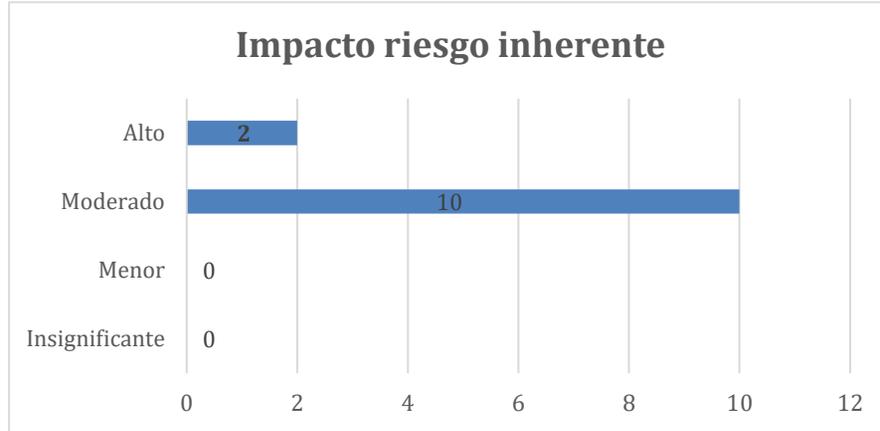


Figura 16 Impacto Riesgo Inherente Mantenibilidad

- Se efectuó el mapa de calor para el riesgo inherente donde se clasificaron los por impacto de la siguiente manera:

		IMPACTO				
		Insignificante 1	Menor 2	Moderado 3	Alto 4	Muy Alto 5
PROBABILIDAD	Casi Seguro 5					
	Probable 4			MRe-2-S Mte-1-G		
	Posible 3			MMo-1-G MAn-1-G Man-2-S MMd-1-G MTe-2-S Mte-3-S		
	Improbable 2			MMd-3-S	Mre-1-G	
	Raro 1				Man-3-S	

Figura 17 Mapa de calor Riesgo Inherente Mantenibilidad

- Mediante la aplicación de los controles detallados, se identificó una disminución del impacto y del nivel de riesgo de la siguiente manera:

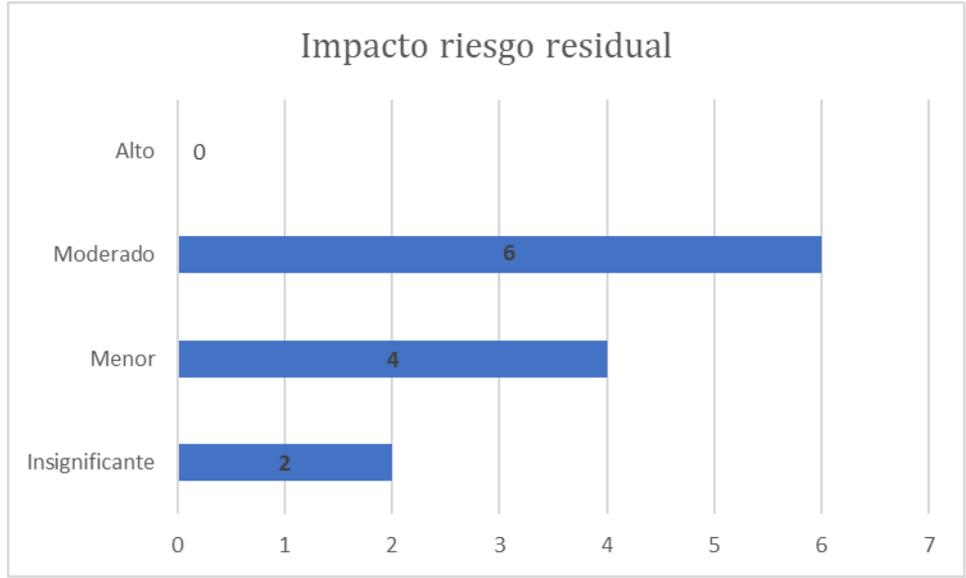


Figura 18 Impacto Riesgo Residual Mantenibilidad

Riesgo Residual

		IMPACTO				
		Insignificante 1	Menor 2	Moderado 3	Alto 4	Muy Alto 5
PROBABILIDAD	Casi Seguro 5					
	Probable 4					
	Possible 3		MAn-1-G			
	Improbable 2	Man-2-S	MMd-2-G Mte-2-S	MMo-1-G MRe-2-S MMd-1-G MTe-1-G Mte-3-S		
	Raro 1	MMd-3-S	Man-3-S	Mre-1-G		

Figura 19 Mapa de calor Riesgo Residual Mantenibilidad

- Se identificaron 3 no conformidades bajo las 12 mediciones evaluadas:

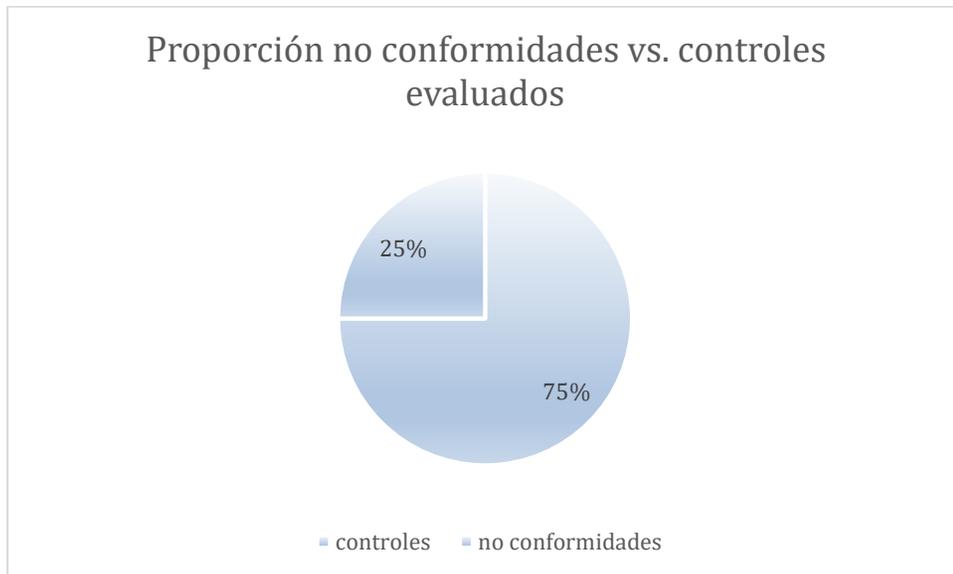


Figura 20 No conformidades versus controles evaluados Mantenibilidad

7. CONCLUSIONES

Con el trabajo realizado fue posible identificar las características, sub-características y mediciones necesarias para la evaluación de los criterios de calidad en la Usabilidad y la Mantenibilidad, se identificaron los riesgos, amenazas, vulnerabilidades y controles que mitigan los riesgos identificados y se evaluaron mediante pruebas de recorrido en la plataforma y entrevistas realizadas al personal especializado en su administración y mantenimiento. Mediante el diagnóstico aplicado y la ejecución de la auditoría, se identificaron 6 no conformidades bajo las sub-características y mediciones para la Usabilidad y Mantenibilidad de las 33 evaluadas, las cuales corresponden a:

- Algunos mensajes de error generados por la plataforma no permiten entender la causa del error ni su posible solución.
- La plataforma no cuenta con tecnología de asistencia para personas que presenten alguna discapacidad y requieran hacer uso de la plataforma.
- Cuando la plataforma es configurada en idioma inglés el texto no es consistente en toda la información disponible en la interfaz.
- Uno de los links que puede ser accedido desde la plataforma no permite determinar cuál es el sitio web que se va a visitar antes de ingresar al mismo.
- La plataforma no permite la personalización sobre la estructura de las secciones predefinidas.
- No se evidencian los procedimientos de desarrollo y ejecución de pruebas para la plataforma.

Adicional, se identificaron 2 oportunidades de mejora que responden a características relevantes en la evaluación de la capacidad de mantenimiento de la plataforma:

- Se sugiere la posibilidad de evaluar el uso de la aplicación Moodle para teléfonos celulares, ya que esto facilitaría el uso por parte del estudiante o del docente de la plataforma.
- Para evitar pérdida de información y mantener la integridad de la misma, se propone la posibilidad de uso de Moodle en la nube.

Con lo anterior es posible generar recomendaciones que apoyen la mejora continua de la plataforma mediante la implementación y configuración de las características mínimas para garantizar que la plataforma sea usable y cuente la capacidad de mantenimiento requerida para su funcionamiento.

8. RECOMENDACIONES

- Identificar la causa de los errores más comunes o normalmente reportados por los usuarios y parametrizar mensajes que permitan entender la causa del error al usuario.
- Incluir la solución de los errores presentados al usuario garantizando que puedan ser solucionados sin ser escalados.
- Revisar el funcionamiento de la plataforma cuando es configurada en idioma inglés identificando los errores en los textos suministrados.
- Garantizar que todo el texto disponible en la herramienta sea compatible al ser configurado en idioma inglés.
- Evaluar la posibilidad de adaptar tecnologías de asistencia a la plataforma como lectores de texto que permitan atender la población que presenta alguna discapacidad auditiva, visual, cognitiva o física.
- Definir una etiqueta con el nombre del sitio web que garantice el reconocimiento por parte del usuario final.
- Adicionar la funcionalidad que permita personalizar los procedimientos comunes realizados por los usuarios.
- Definir políticas de codificación del software para los desarrolladores.
- Definir procedimientos para la ejecución de las pruebas.
- Documentar tiempos de desarrollo definidos para cada una de las implementaciones que se realicen.
- Definir y documentar procedimientos para la revisión de logs de monitoreo de la plataforma y su gestión.

9. TRABAJOS FUTUROS

De acuerdo con los resultados obtenidos es posible ampliar el alcance de la auditoría y evaluar los demás criterios de calidad establecidos en la norma como:

- Integridad funcional
- Corrección funcional
- Adecuación funcional
- Eficiencia de rendimiento
- Comportamiento en el tiempo
- Utilización de recursos
- Compatibilidad
- Convivencia
- Interoperabilidad
- Reconoscibilidad apropiadas
- Capacidad de aprendizaje

BIBLIOGRAFÍA

Andrés Gómez, Laura Alvarado. (2013). *Repositorio Universidad Católica de Colombia*.

Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1295/1/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Francisco Lirola Sabater; Perez Garcias. (2019). Análisis de la usabilidad en la plataforma moodle de la Formación Profesional a distancia en Baleares. . *ResearchGate*.

LARA NAVARRA, Pablo; DUART MONTOLIU, Josep M. . (2005). Gestión de contenidos en el e-learning: acceso y uso de objetos de información como recurso estratégico. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC) (vol. 2, n.o 2)*, 9-10.

López Rodrigo J, H. S. (2011). Aproximación pedagógica de las plataformas Open sources en las universidades españolas.

Vicheanpanya, J. (2014). E-Learning Management System Model for thai Society. *International Journal of information and Education Technology*, 4(1), 67-n/a. doi:

<http://dx.doi.org/10.7763/IJET.2014.V4.371>

Omaña Montoya, M. (2009). *MODELO DE CALIDAD BASADO EN CARACTERISTICAS PARA LA SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS LEARNING MANAGEMENT SYSTEM)*. 1st ed. [ebook] Caracas, pp.98, 105. Available at: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAR7606.pdf> [Accessed 22 Apr. 2019].

Torres, S. y Ortega, J.A (2003). Indicadores de calidad en las plataformas de formación virtual:

Una aproximación sistemática. Recuperado de:

<https://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero1/Articulos/Calidade.pdf>

Vázquez-Cano, E., & García, M. L. S. (2015). Analysis of risks in a Learning Management System: A case study in the Spanish National University of Distance Education (UNED). *Journal of New Approaches in Educational Research*, 4(1), 62-73A. doi: 10.4018/978-1-59140-174-2.ch006.

PIATTINI, Mario, DEL PESO, Emilio (2001, Auditoría Informática Un Enfoque Práctico, pág. 28)

RIVAS, Gonzalo (1998, Auditoría Informática, pág. 39)