



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
Postgrado en Sistemas de Información

Trabajo de Grado de Maestría
MODELO DE CALIDAD BASADO EN CARACTERÍSTICAS PARA LA
SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS –
LEARNING MANAGEMENT SYSTEM)

Presentado por
Omaña Montoya Mayuri Somayaberi
para optar al título de
Magíster en Sistemas de Información

Tutor
Prof. De Ovalles María Angélica

Caracas, Mayo de 2009

RESUMEN

La nueva forma y la rapidez con la que hay que aprender en el mundo, han impulsado el concepto de e-learning. Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje son los que le dan funcionalidad al e-learning, ya que son los espacios en donde se planea, accede, envía y gestiona el aprendizaje. Sin embargo, las organizaciones que quieren usar esta nueva forma de aprender, requieren conocer que ofrecen estos sistemas y que se ajusten a sus organizaciones, para garantizar el éxito en la implantación.

Por tal motivo, el presente trabajo: "MODELO DE CALIDAD BASADO EN CARACTERÍSTICAS PARA LA SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS – LEARNING MANAGEMENT SYSTEM)". Pretende proponer un modelo de calidad que facilite a las organizaciones o instituciones, la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, basado en características de calidad.

Para ello, se analizaron y describieron los componentes de calidad del modelo MOSCA, así como las definiciones, características y marco de trabajo de e-learning y Sistema de Gestión de Aprendizaje. Con estos conceptos que enmarcan la investigación claros y bien definidos, se propuso la metodología Investigación Acción y la metodología DESMET, para instrumentar la investigación y dar el aporte objetivo de la investigación.

Esta Investigación se llevó a cabo a través de la revisión de fuentes documentales, seleccionando el modelo de calidad del modelo MOSCA, el cual sirvió como marco para proponer el modelo de calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

La aplicación del modelo se realizó en PDVSA, específicamente en las Gerencias de Automatización, Infraestructura y Telecomunicaciones y Recursos Humanos, quienes actualmente tienen el Sistema de Gestión de Aprendizaje Moodle, el cual ofrece aprendizaje en línea a los empleados de la organización.

Esta investigación evaluó el Sistema Moodle con el modelo propuesto, así como también evaluó las categorías, características, sub-características, sub-sub- características y métricas del modelo. Los resultados de esta evaluación permitieron: 1) Medir que el Sistema de Gestión de Aprendizaje usado para el adiestramiento a sus empleados, cuenta con características e-learning, de un Sistema de Gestión de Aprendizaje y de calidad; 2) Las características del modelo son Pertinentes dentro del modelo propuesto, Completas en cuánto a los aspectos de calidad, Adecuadas en el contexto de evaluación y Precisas.

El estudio implicó varios aspectos, entre los cuales están contemplados: documentación previa, diseñar el modelo para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje y la aplicación del mismo en el sistema mencionado en el párrafo anterior a fin de comprobar su utilidad. El resultado fue una propuesta de un Modelo que permitirá a las organizaciones seleccionar un Sistema de Gestión de Aprendizaje, que garantizará el aprendizaje a sus empleados, a través de las funcionalidades de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, que proporcionará una rápida y fácil usabilidad y que permitirá el mantenimiento a la plataforma, para garantizar los cambios constantes y mejoras requeridas.

Palabras claves: e-learning, calidad sistémica, Sistemas de Gestión de Aprendizaje, Moodle.

Dedicatoria

A mis hijas: Vanessa y Ariana

*Quienes me han dado la alegría más grande del mundo, ser madre,
Elas hacen que valga la pena el esfuerzo.*

A mi esposo,

Quien me ha apoyado.

A mis padres,

*Quienes me han apoyado siempre y me han enseñado que la constancia es
importante en la vida.*

AGRADECIMIENTOS

*GRACIAS a **Dios**, por regalarme una vida tan maravillosa, por acompañarme siempre, por brindarme un abrazo caluroso todas las noches y por rodearme de seres humanos únicos que me motivan a luchar por un mundo diferente.*

*GRACIAS a mis **padres**, por creer en mí, por orientarme, por enseñarme a Defender lo que pienso, por no dejar que me rindiera, por hacerme la persona que soy y por su apoyo incondicional.*

*GRACIAS a **mi esposo**, por su amor, su amistad, su paciencia, por su apoyo incondicional.*

*GRACIAS a **mis hijas Vanessa y Ariana**, quienes son la razón y la alegría de mi vida y quienes me inspiran a querer ser cada día mejor.*

*GRACIAS a **mi sobrina Andrea**, quien me dio la bendición de ser tía y por su cariño.*

*GRACIAS a mis **hermanos**, por acompañarme siempre en los momentos más especiales, por formar parte de mis mejores recuerdos y por el cariño.*

*GRACIAS a mis **familiares, amigos y amigas**, por el cariño y el orgullo que siempre han sentido por mí.*

*GRACIAS a **María Celis**, quien me apoyo en la evaluación del Modelo.*

*GRACIAS a mi **tutora**, la profesora María Angélica Ovalles, por su profesionalismo e invaluable aporte académico, dedicación, paciencia y apoyo.*

*GRACIAS a la **UCAB**, a mis profesores y amigos de Sistemas de Información, por convertirse en el motor que me impulsó en la recta final.*

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	9
Capítulo I. Contexto del tema de investigación.....	10
1.1. Antecedentes.....	10
1.2. Planteamiento del problema.....	11
1.3. Objetivo general.....	13
1.4. Objetivos específicos.....	13
1.5. Justificación de la investigación.....	13
1.6. Limitaciones.....	14
1.7. Bases éticas y legales.....	14
Capítulo II. Marco Teórico.....	15
2.1. Modelos para la Calidad.....	15
2.1.1. Modelo de Calidad de MC CALL (1977).....	16
2.1.2. Modelo de Calidad de BOEHM (1978).....	17
2.1.3. Funcionalidad, Usabilidad, Fiabilidad, Rendimiento, Capacidad de Soporte (FURPS - 1987).....	18
2.1.4. ISO 9126 (1991).....	19
2.1.5. Dromey(1996).....	20
2.1.6. El Modelo de la Calidad Sistémica.....	21
2.1.7. Modelo de Calidad del producto de software con un enfoque sistémico.....	22
2.2. E-LEARNING.....	25
2.2.1. Definiciones de e-learning.....	25
2.2.2. Ambiente de aprendizaje abierto, flexible y distribuido.....	26
2.2.3. Componentes de e-learning.....	27
2.2.4. Características de e-learning.....	30
2.2.5. Beneficios de e-learning.....	31
2.2.5.1. Marco de trabajo de e-learning.....	32
2.2.6. Estándares de e-learning.....	35
2.3. SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS – Learning Management System).....	37
2.3.1. Definición de Sistema de Gestión de Aprendizaje.....	37
2.3.2. Funciones y características de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.....	39
2.3.3. Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje.....	43
2.3.4. Integración entre los LMS y LCMS.....	45
Capítulo III. Antecedentes.....	47
3.1. Propuestas de evaluaciones ya realizadas para la selección de un Sistemas de Gestión de Aprendizaje.....	47
3.1.1. Metodología propuesta por De Benito (2000).....	47
3.1.2. Metodología propuesta por Brockbank (2003).....	48
3.1.3. Metodología propuesta por Zapata (2003).....	48
3.1.4. Metodología propuesta por el Commonwealth of Learning (2004).....	50
3.2. Modelo sistémico de Calidad (MOSCA).....	51
3.2.1. Modelo sistémico de Calidad (MOSCA).....	51
3.2.2. Algoritmo de Aplicación del Modelo MOSCA.....	55
3.3. Modelo sistémico de Calidad (MOSCA) – Propuesta.....	57
Capítulo IV. Marco Metodológico.....	60
4.1. Framework Metodológico.....	60
4.2. Enfoque basado en objetivos, preguntas y métricas – GQM.....	64
Capítulo V. Propuesta del Modelo para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.....	66
5.1. Modelo Conceptual.....	66
5.2. Resumen de las características de MOSCA tomadas para la instanciación.....	69
5.3. Propuesta del modelo para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS-MOSCA).....	73
CAPÍTULO VI. Aplicación de la Instanciación.....	84
6.1. Objetivos de la Evaluación.....	84
6.1.1. Objetivo General.....	84
6.1.2. Objetivos Específicos.....	84
6.2. Metodología seguida.....	84
6.3. Proceso.....	84

6.3.1.	Análisis de Contexto.....	84
6.3.2.	Aplicación de la Metodología DESMET	86
6.4.	Análisis de Características por Estudio de Caso.....	88
6.5.	Evaluación del Modelo de Calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.....	89
6.5.1.	Análisis de Características.....	90
6.5.2.	Estudio de Caso	91
CAPÍTULO VII. Conclusiones y Recomendaciones.....		113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		115
GLOSARIO		119
ANEXO I. Características y métricas de la categoría Funcionalidad tomadas de MOSCA		122
ANEXO II. Características y métricas de la categoría Usabilidad tomadas de MOSCA.....		124
ANEXO III. Características y métricas de la categoría Mantenibilidad tomadas de MOSCA.....		127
ANEXO IV. Resultados de la evaluación de las características generales del modelo		129
ANEXO V. Resultados de la evaluación de las métricas del modelo y del Modelo en el Sistema Moodle de PDVSA		131

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Las tres áreas direccionadas por el modelo de Mc Call.....	16
Tabla 2. Componentes de FURPS	19
Tabla 3. Enlace de propiedades del producto con atributos de calidad.....	21
Tabla 4. Descripción de los componentes de e-learning.....	29
Tabla 5. Comparación componentes definidos por Rosenberg y Khan.....	30
Tabla 6. Características y componentes asociados con un ambiente de e-learning	31
Tabla 7. Beneficios de e-learning	32
Tabla 8. Beneficios de e-learning – según el reporte de The SunTrust Equitable	32
Tabla 9. Sub-dimensiones del marco de trabajo de e-learning	35
Tabla 10. Grupos que han trabajado con estándares para e-learning	36
Tabla 11. Definiciones de Sistemas de Gestión de Aprendizaje.....	38
Tabla 12. Integración de las funciones y Características de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje y el Modelo de Calidad ISO 9126	42
Tabla 13. Funciones de un Sistemas de Gestión de Aprendizaje	48
Tabla 14. Categorías del sub-modelo del producto	52
Tabla 15. Categorías del sub-modelo del proceso.....	53
Tabla 16. Distribución de las Características y métricas para medir la Calidad Sistémica del Producto de Software..	54
Tabla 17. Distribución de las Características y métricas para medir la Calidad Sistémica del Proceso de Desarrollo..	54
Tabla 18. Nivel de calidad del producto con respecto a las categorías satisfechas para el producto	55
Tabla 19. Nivel de Calidad Sistémica Global a partir del nivel de Calidad del Producto y el nivel de Calidad del Proceso	57
Tabla 20. Fases del Método Investigación Acción	60
Tabla 21. Fases de la Metodología de Investigación Acción Propuesta.....	62
Tabla 22. Nuevas sub-características, sub-sub-características y métricas de la categoría Funcionalidad (FUN) y característica Ajuste a los Propósitos (FUN 1)	80
Tabla 23. Nuevas sub-características, sub-sub-características y métricas de la categoría Funcionalidad (FUN) y característica Interoperabilidad (FUN 2).....	81
Tabla 24. Nuevas sub-características, sub-sub-características y métricas de la categoría Funcionalidad (FUN) y característica Usabilidad (FUN 3)	82
Tabla 25. Nuevas métricas de la categoría Usabilidad (USA) y característica Interfaz Gráfica (USA 3).....	83
Tabla 26. Condiciones favorables presentes y no presentes en cada uno de los métodos propuestos por DESMET .	88
Tabla 27. Características Generales a evaluar para el Modelo propuesto.....	92
Tabla 28. Características Específicas a evaluar para el Modelo propuesto	92
Tabla 29. Evaluación del modelo en el Sistema Moodle de PDVSA.....	106
Tabla 30. Propuesta del modelo – Categoría Funcionalidad - Consideraciones de MOSCA en detalle.....	123
Tabla 31. Propuesta del modelo – Categoría Usabilidad - Consideraciones de MOSCA en detalle.....	126
Tabla 32. Propuesta del modelo – Categoría Mantenibilidad - Consideraciones de MOSCA en detalle.....	128

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de Boehm	18
Figura 2. Modelo de calidad para calidad interna y externa	20
Figura 3. Matriz de Calidad Sistémica adaptada	22
Figura 4. Modelo de Calidad del Producto de Software	23
Figura 5. E-Learning abierto, flexible y distribuido	27
Figura 6. Componentes de E-Learning	28
Figura 7. Marco de Trabajo de e-Learning	33
Figura 8. Plataformas de Aprendizaje o LMS	39
Figura 9. Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje	44
Figura 10. Integración del LMS-LCMS en un ecosistema de aprendizaje	45
Figura 11. Diagrama de MOSCA	52
Figura 12. Algoritmo de Aplicación de MOSCA	56
Figura 13. Framework Metodológico para el trabajo de grado	61
Figura 14. Niveles del Enfoque GQM	64
Figura 16. Diagrama del Modelo Sistémico de Calidad MOSCA – Consideraciones de MOSCA	72
Figura 17. Instanciación de MOSCA para Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS-MOSCA)	74
Figura 18. Proceso de aplicación de un Análisis de Características por Estudio de Caso	89
Figura 19. Resultados Categoría Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	95
Figura 20. Resultados Características de la Categoría Funcionalidad del Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	96
Figura 21. Resultados Características de la Categoría Usabilidad del Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	97
Figura 22. Resultados Características de la Categoría Mantenibilidad del Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	98
Figura 23. Resultados Sub-Características de la característica Ajuste a los Propósitos Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	99
Figura 24. Resultados Sub-Características de la característica Interoperabilidad Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	99
Figura 25. Resultados Sub-Características de la característica Seguridad Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	100
Figura 26. Resultados Sub-Sub-Características de la sub-característica Comunicación y Colaboración Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	101
Figura 27. Resultados Sub-Sub-Características de la sub-característica Distribución de Contenido Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	101
Figura 28. Resultados Sub-Sub-Características de la sub-característica Seguridad y Asignación de permisos Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	102
Figura 29. Resultados Métricas del Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS	103
Figura 30. Resultados Categoría Funcionalidad (FUN) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	104
Figura 31. Resultados Categoría Usabilidad (USA) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	105
Figura 32. Resultados Categoría Mantenibilidad (MAB) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	105
Figura 33. Resultados sub-características de la característica Ajuste a los Propósitos de la Categoría Funcionalidad (FUN) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	107
Figura 34. Resultados sub-características de la característica Interoperabilidad de la Categoría Funcionalidad (FUN) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	108
Figura 35. Resultados sub-características de la característica Seguridad de la Categoría Funcionalidad (FUN) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	109
Figura 36. Resultados sub-sub-características Comunicación y Colaboración de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	110
Figura 37. Resultados sub-sub-características Distribución de Contenido de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	110
Figura 38. Resultados sub-sub-características Seguridad y Asignación de permisos de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	111
Figura 39. Resultados de la evaluación del Sistema Moodle de PDVSA	112

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las organizaciones se encuentran en un ambiente dinámico, al cual intentan responder rápidamente para afrontar así los retos continuos, en los que se pone a prueba su capacidad para hacerle frente. Uno de estos retos es proporcionar a los empleados buenos programas de aprendizaje continuo, garantizando así el crecimiento de su capital intelectual y la habilidad para altos desempeños individuales y organizacionales.

Esto ha generado en el ambiente el auge de los sistemas e-learning, con el cual, no estamos solamente introduciéndonos en una nueva tecnología del aprendizaje, estamos presentando una nueva forma de pensar acerca del aprendizaje. El aprendizaje no necesariamente requiere entrenamiento o instrucción. La gente puede aprender de muchas formas mediante el acceso a información bien diseñada, por eso ha aumentado el uso de herramientas que mejoran y faciliten el aprendizaje y con esto el desempeño de las personas.

Dentro de las herramientas usadas para mejorar y facilitar el aprendizaje, se encuentran los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS – Learning Management Sistema). Sin embargo la selección de estos sistemas, es muy compleja para las organizaciones, debido a los costos (aunque en el mercado hay sistemas que son software libre), tecnología adecuada, conocimiento, problemas desde la definición del proyecto hasta la implantación, entre otros. Adicionalmente, las organizaciones deben pensar en esta nueva forma de aprendizaje, pero también deben asegurarse de dar enfoques para el aseguramiento de la calidad, los cuáles a través de técnicas y metodologías, prometen alcanzar los objetivos esperados.

Por tal motivo, las organizaciones requieren de una herramienta que les soporte la selección de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

Esta investigación propone un modelo que especifica la calidad de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje basado en características para la selección de estos, que permita a las organizaciones, seleccionar el más adecuado y que cumpla con los conceptos, características, funciones, entre otros.

La ventajas más resaltantes de esta investigación son: en primer lugar, permitir ofrecer un conjunto de recomendaciones para mejorar la selección de Sistemas de Gestión de Aprendizaje a través de un modelo basado en características, en segundo lugar, la aplicación del modelo en una organización.

El modelo propuesto fue evaluado en el sistema Moodle de PDVSA, con el método de evaluación Análisis de Características por Estudio de Caso, en donde se obtuvo como resultado que las características del modelo son Pertinentes dentro del modelo propuesto, Completas, Adecuadas y Precisas. Adicionalmente Moodle cuenta las características de Calidad Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad.

La estructura de este trabajo de investigación es la siguiente, el Capítulo I establece el Contexto del Tema de Investigación, el Capítulo II describe el Marco Teórico, el Capítulo III establece los antecedentes de otras investigaciones, que apoyaron la investigación, Capítulo IV el Marco Metodológico, por el cuál se rige el presente trabajo, el Capítulo V presenta la propuesta del modelo, el Capítulo VI detalla la aplicación del modelo en una organización y el Capítulo VII las Conclusiones y Recomendaciones.

Capítulo I. Contexto del tema de investigación

El objetivo de este capítulo es dar a conocer los antecedentes, planteamiento del problema, objetivo general, objetivos específicos, justificación de la investigación, limitaciones y bases éticas y legales, con el propósito de conocer el alcance de la presente investigación.

1.1. Antecedentes

Durante las últimas cuatro décadas se ha producido un cambio radical en la organización económica mundial, abandonando una economía basada en la producción para pasar a una economía basada en los servicios teniendo como epicentro el capital intelectual. Según Sánchez [Sánchez, 2004], la era de la Información está sobre nosotros; actualmente, las economías desarrolladas se basan en el conocimiento (tecnología y educación/capacitación).

Debido a lo expuesto anteriormente surgió un nuevo campo informacional llamado e-learning, con el cual las organizaciones buscan el desarrollo profesional de sus empleados de una forma continua que fomente la flexibilidad y la adaptación a las necesidades de las empresas que se encuentran en constante cambio [Sánchez, 2004].

Las empresas y entidades educativas están experimentando cada vez más la implementación de e-learning a través de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS – Learning Management System).

Las ventajas del e-learning, según Cornella [Cornella, 2001], son:

- ✓ La personalización (cada estudiante puede definir su “trayectoria de aprendizaje” y puede ser motorizado en su desarrollo personal).
- ✓ La interactividad (una relación directa con profesores y compañeros de aprendizaje).
- ✓ La actualización de contenidos (especialmente importante cuando estos se hacen rápidamente obsoletos).
- ✓ Así como un amplio abanico de actividades de apoyo (material didáctico complementario, acontecimientos virtuales, etc.)
- ✓ Disminuyen los costos y el tiempo que se invierte en la planificación, logística y ejecución de los cursos.
- ✓ Seguimiento al aprendizaje del alumno, entre otros.

Sin embargo, conocer las ventajas de la implantación de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje no garantiza el éxito del mismo, ya que, según Liedo [Liedo, 2005], generalmente estas soluciones exceden las necesidades, son demasiado sofisticadas o bien escogen modelos demasiado básicos que apenas mejoran la eficiencia de sus procesos de formación. Por otro lado, existe resistencia al cambio por parte de los empleados de la organización ya que implica un cambio cultural la forma de enseñar y aprender, produciendo esto la escasa participación y no se garantiza el aprendizaje del usuario.

La implementación de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, implican altos costos para las organizaciones, ya que estos requieren desde crear la estructura organizativa que apoye la iniciativa hasta la implantación de los mismos, adicionalmente, dentro de los costos hay que agregar los altos índices de fracasos que tienen las organizaciones en la implantación de

estos, no solo por el cambio de paradigma, sino por los requerimientos a nivel educativo (contenido), tecnología, administración, etc., que estos requieren.

Adicionalmente, para la implantación de un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS), las empresas deben disponer de una infraestructura tecnológica fiable, se deben definir previamente las actividades de integración en los sistemas informáticos ya existentes y mapa de posibilidades, de acuerdo a la infraestructura tecnológica y equipos de usuarios.

Todos los aspectos mencionados anteriormente hacen que la implantación de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje sea altamente costosos y tengan un alto índice de fracaso, ya que son muchos los aspectos a considerar así como la complejidad de cada uno de ellos.

En vista de esto se han realizado investigaciones para definir el concepto de e-learning y de Sistema de Gestión de Aprendizaje, conceptualizándolo en un marco de trabajo usando una ontología, con el objetivo de desarrollar un método para seleccionar, implementar e integrar un Sistema de Gestión de Aprendizaje dentro de una organización [Díaz y Pérez, 2005].

Con el estudio de Díaz y Pérez (2005) se visualiza la necesidad de definir las características que debe poseer un Sistema de Gestión de Aprendizaje para ser considerado dentro de la selección que realice una organización o institución .

1.2. Planteamiento del problema

Según Liedo [Liedo, 2005], actualmente las empresas e instituciones no tienen clara las características que debe poseer un Sistema de Gestión de Aprendizaje, por lo que la plataforma seleccionada no es la correcta y después de implementados los sistemas, estos no cubren las necesidades y funcionalidades que se esperaba.

Liedo (2005), también menciona que hay características como: objetivos de la organización al momento de implantar un Sistema de Gestión de Aprendizaje, garantizar un aprendizaje eficiente, manejo del cambio de la nueva forma de aprender, como garantizar el uso de la solución y la participación de los usuarios, etc., que no se consideran al momento de implantar la plataforma, por lo tanto el impacto y el rechazo en la organización es alto, generando un rechazo a la implantación de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, pérdida de dinero y tiempo.

Las barreras que detienen el e-learning se encuentran en [Cornella, 2001]:

- 1) Estructura organizacional y tradicionalismo.
- 2) La falta de ejemplos de mejores prácticas.
- 3) La falta de soporte y experiencia.
- 4) La falta de comprensión y visión acerca del e-Learning.
- 5) La falta de recurso humano y aceptación por parte del usuario.
- 6) Organizaciones y procesos tradicionales.
- 7) La falta de habilidad por parte de profesores e instructores, aunada a una actitud negativa.
- 8) Falta de acciones estratégicas.
- 9) Falta de entrenamiento y soporte a los profesores e instructores.
- 10) El tiempo requerido para la preparación del material.

Según Rosenberg [Rosenberg, 2006], las fortalezas del e-learning abren oportunidades, innovación y valor a la mayoría de las organizaciones. Por otra parte, las debilidades, si son desatendidas conducen a desperdicio y desilusiones. Las organizaciones deben tener claro dónde están y qué deben hacer al respecto; esto hace toda la diferencia.

Existen factores claves que deben ser considerados al momento de tomar la decisión de tomar una estrategia de e-learning [Rosenberg, 2006]:

1. Tecnología sin estrategia: La tendencia de muchas organizaciones es dar por sentado el rol de la tecnología como un componente de éxito y de sostenibilidad en una estrategia de e-learning. La tecnología es importante, pero no es el área idónea para iniciar una estrategia de e-learning, además de ser insuficiente por ella misma para sostener el éxito de un programa de e-learning.
2. Debilidad en el enfoque de los requerimientos del negocio: La incapacidad de asociar directamente programas de e-learning o cualquier otro programa de adiestramiento a necesidades específicas de negocio y de desempeño reduce dramáticamente el valor de la estrategia.
3. Experticia mínima en e-learning: Habilidades insuficientes en el manejo de e-learning en su diseño, desarrollo e implementación, así como la incapacidad de apalancar talento de otras fuentes (tales como otras áreas de negocios, suplidores y socios externos, instituciones académicas) pueden reducir significativamente el proceso.
4. Falta de atención al diseño de e-learning: La falta de habilidades en la aplicación de técnicas instruccionales, contenido y diseño del software, de manera de obtener una ventaja de las capacidades de interacción de e-learning, disminuye la calidad e innovación.
5. Falta de patrocinio: La mala identificación de los líderes que deben dar soporte para la implementaciones de soluciones de e-learning o el tratar de alcanzar una estrategia de e-learning sin un sólido soporte ejecutivo pueden debilitar mucho más la iniciativa que si se produce un recorte en el presupuesto o un cambio en la prioridades.
6. Falla en el manejo del cambio: Adoptar una nueva estrategia de aprendizaje no es fácil para la mayoría de las personas. Ganar el apoyo de los empleados de manera que ellos estén dispuestos a aceptar y preferir e-learning es un gran reto. Sin un manejo del cambio y planes de comunicación adecuados las iniciativas de e-learning pueden resultar en iniciativas no duraderas.

Los requerimientos tecnológicos para la implementación de un Sistema de Gestión de Aprendizaje son complejos así como costosos, ya que debe cumplir con: requerimientos de escalabilidad, red, hardware, software y sistemas operativos, requerimientos de interoperabilidad, así como requerimientos de seguridad.

Los entornos *e-learning* son complejos "ecosistemas" en los que intervienen usuarios con distintas habilidades y objetivos, sistemas de diversas aplicaciones con tecnologías heterogéneas y contenidos digitales de formas y formatos diversos. Llegar a una operación e integración en la que todos los componentes involucrados (personas y sistemas) realicen sus tareas, interactúen y obtengan los resultados deseados es una labor compleja que requiere de esfuerzos importantes para lograr la comunicación y la transmisión de información, de forma parcial o global, entre aplicaciones y organizaciones [López, 2005].

También podemos constatar [Ortega y Sánchez, 2005] una serie de deficiencias observadas de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS) atendiendo a los factores de calidad de software. Los más significativos son los siguientes:

- 1) El bajo rendimiento del sistema cuando el número de cursos aumenta, lo que lleva a la frustración del alumno que no ve avanzar su aprendizaje por la lentitud de respuesta del sistema.
- 2) Coste excesivo de actualización y mantenimiento del sistema, modificabilidad y adaptabilidad restringidas.
- 3) Limitadas capacidades de portabilidad y reusabilidad de los recursos de aprendizaje creados.
- 4) Prácticamente ninguna interoperabilidad entre distintos LMS.

Las organizaciones requieren conseguir la calidad en la implantación de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, a través de [Rojas, 2004] la eficiencia del producto: buen uso de los recursos físicos (pantallas amigables, reutilización de código, buenos tiempos de respuestas, optimización de recursos, etc.) y efectividad del producto: nivel de satisfacción de los usuarios (servicio ofrecido por el software y facilidades de uso).

Todos lo expuesto anteriormente hace ver que se requiere de un modelo que permita a las organizaciones seleccionar un Sistema de Gestión de Aprendizaje acorde a sus necesidades, pero que adicionalmente cumpla con los conceptos, componentes y características de e-learning.

1.3. Objetivo general

- ✓ Proponer un modelo de calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS – Learning Management System).

1.4. Objetivos específicos

- ✓ Definición de e-learning.
- ✓ Describir los términos relacionados al e-learning.
- ✓ Describir los componentes y las características que enmarcan el concepto de e-learning.
- ✓ Describir el marco de trabajo de e-learning
- ✓ Describir los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, componentes y características.
- ✓ Formular un modelo conceptual con base a la investigación documental realizada.
- ✓ Proponer el modelo de calidad basado en características.
- ✓ Evaluar el modelo en un Sistemas de Gestión de Aprendizaje software libre.
- ✓ Analizar los resultados.
- ✓ Dar las conclusiones y recomendaciones de la investigación

1.5. Justificación de la investigación

El concepto de e-learning, ha dado pie a la creación de herramientas que apoyan este concepto, como lo son los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, los cuáles proporcionan la

funcionalidad para el aprendizaje en línea, usando las tecnologías de Internet para gerenciar la interacción entre los usuarios y los recursos de aprendizaje, entre otros.

Sin embargo, la selección de estos Sistemas se ha vuelto complicado para las organizaciones, por diversas razones, entre las cuáles tenemos: la falta de conocimiento de las características y funciones que debe cumplir un Sistema de Gestión de Aprendizaje, costos, definición de estrategia para la implantación, objetivos claros, etc.

Pero adicionalmente, las organizaciones requieren asegurar la calidad, no solo en el proyecto de implantación de estos sistemas, sino que el sistema seleccionado, cumpla con características de calidad, esto es una exigencia prioritaria, en un mercado cada vez más competitivo.

1.6. Limitaciones

Dentro de las limitaciones encontradas en la investigación se tienen:

- ✓ Disponibilidad de las personas para contestar el cuestionario.
- ✓ Localización de la Gerencia de AIT, la cuál se encuentra en Los Teques – Intevep.

1.7. Bases éticas y legales

En una sociedad de la información tan avanzada como la nuestra, recalcar los aspectos éticos que den base a la investigación resulta obligado, entendiéndose la ética en informática como la disciplina que identifica y analiza los impactos de las tecnologías de la información en los valores humanos y sociales. Estos valores afectados son la salud, la riqueza, el trabajo, la libertad, la democracia, el conocimiento, la privacidad, la seguridad o la autorrealización personal. En este concepto de ética en informática se quieren incluir términos, teorías y métodos de disciplinas como la ética aplicada, la sociología de los ordenadores, la evaluación social de las tecnologías o el derecho informático [Bynum, 1996].

Esta investigación dentro del marco ético respeta la propiedad intelectual y los derechos de los autores aquí citados, atribuyéndoles las ideas propias creadas por un individuo y reconociendo las contribuciones a la ciencia que han realizado los mismos.

Cuando se haga uso de algún concepto, conclusión, método, estrategia o herramienta, será claramente identificado el autor de dicho aporte, ya sea individuo, organismo o empresa, y se usará con propósitos netamente académicos.

La presente investigación asume lo establecido en la Gaceta Oficial N° 38.095 de fecha 28/12/2004, Decreto 3.390, el cuál considera que el uso software libre desarrollado con estándares abiertos fortalece la industria del software nacional, aumentando y fortaleciendo sus capacidades, por lo que decreta que la Administración Pública Nacional empleará prioritariamente software libre desarrollado con estándares abiertos, en sus sistemas, proyectos y servicios informáticos.

El siguiente capítulo, muestra los aspectos teóricos que son necesarios manejar, en cuánto a e-learning, Sistemas de Gestión de Aprendizaje y Calidad, para generar una propuesta que cumpla con los objetivos de este trabajo.

Capítulo II. Marco Teórico

El objetivo de este capítulo es definir el contexto teórico dentro del cual se desarrollará la presente investigación. Este inicia con el tema de calidad, el cual permitirá obtener los conceptos básicos y claves, para definir los criterios de calidad para los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, posteriormente se enmarcan los términos relacionados con e-learning y Sistemas de Gestión de Aprendizaje, así como los componentes y características que describen los Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

2.1. Modelos para la Calidad

A lo largo de toda la historia la búsqueda y el afán de perfección por parte del hombre ha sido constante, de tal forma, que el interés por el trabajo bien hecho y la necesidad de asumir responsabilidades sobre la labor efectuada poco a poco derivó en el concepto de calidad o mejora continua.

La calidad es un término que ha adquirido gran relevancia con el paso del tiempo, ya que es considerada como uno de los principales activos con los que cuenta un país para mejorar su posición competitiva global [Ivansevich et al., 1997]

Un modelo es una abstracción de la realidad, permitiendo eliminar los detalles y ver una entidad o concepto desde una perspectiva particular [Fenton y Pfleeger, 1997]. Por la relevancia que ha adquirido en la actualidad el tema de la calidad, se han desarrollado muchos, tales como, modelos de calidad, modelos de madurez, modelos de estimación de costos, etc. El objetivo más importante de los modelos es permitir visualizar los componentes y la relación entre ellos, permitiendo examinar y entender estas relaciones y hacer juicios con relación a estas.

Los Sistemas de Información no escapan de esta realidad, inclusive las investigaciones actuales están relacionadas con el tema de la calidad de los Sistemas de Información y se proponen modelos de calidad como uno de los principales medios para conseguirla.

Según Pressman [Pressman, 2002], la calidad del software es la concordancia con los requerimientos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente.

La definición de Pressman sobre la calidad del software sirve para enfatizar tres puntos importantes [Pressman, 2002]

- ✓ Los requerimientos del software son los fundamentos desde los que se mide la calidad. La falta de concordancia con los requerimientos es una falta de calidad.
- ✓ Los estándares especificados definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la ingeniería del software. Si no se siguen esos criterios, casi siempre se dará una falta de calidad.
- ✓ Existe un conjunto de requerimientos implícitos que a menudo no se mencionan (ej., el deseo de un buen mantenimiento). Si el software se ajusta a sus requerimientos explícitos pero falla en alcanzar los requerimientos implícitos, la calidad del software queda en entredicho.

La ausencia de defectos, la aptitud para el uso, la seguridad, la confiabilidad y la reunión de especificaciones son elementos que están involucrados en el concepto de calidad de software. Sin embargo, la calidad del software debe ser construida desde el comienzo, no es algo que se pueda añadir después [Humphrey, 1997].

Existen muchos modelos de calidad, como los propuestos por:

- ✓ Mc Call (1977), Boehm (1978), FURPS (1987), ISO 9126 (1991), Dromey (1996), Callaos (1996), Ortega (2000)

A continuación se describirán los modelos de calidad mencionados anteriormente, con la finalidad de determinar los aspectos relevantes para el presente estudio.

2.1.1. Modelo de Calidad de MC CALL (1977)

Mc Call en 1977 [Gillies, 1997] propuso un modelo orientado a los desarrolladores de Sistemas, es decir, para ser usado durante el proceso de desarrollo.

La Tabla 1 muestra las tres áreas de trabajo en los sistemas: operación del producto, revisión del producto y transición del producto.

Área	Descripción	Componentes de Calidad
Operación del producto	Requiere que pueda ser comprendida rápidamente, operada eficientemente y que los resultados sean aquellos requeridos por el usuario	<p><u>Corrección</u>: hasta dónde satisface un programa su especificación y logra los objetivos de la misión del cliente.</p> <p><u>Fiabilidad</u>: hasta dónde se puede esperar que un programa lleve a cabo su función pretendida con la exactitud requerida.</p> <p><u>Eficiencia</u>: la cantidad de recursos informáticos y código necesario para que un programa realice su función.</p> <p><u>Integridad</u>: hasta dónde se puede controlar el acceso al software o a los datos por personas no autorizadas.</p> <p><u>Usabilidad</u>: el esfuerzo necesario para aprender, operar, preparar los datos de entrada e interpretar las salidas (resultados) de un programa.</p>
Revisión del producto	Está relacionada con la corrección de errores y la adaptación de los sistemas. Esto es importante porque es generalmente considerada como la parte más costosa en el desarrollo de software	<p><u>Mantenibilidad</u>: el esfuerzo necesario para localizar y arreglar un error del programa. Para comprender las características del mantenimiento hay que considerar el asunto desde tres puntos de vista:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las actividades requeridas para cumplir la fase de mantenimiento y el impacto de un enfoque de ingeniería del software (o de su ausencia) sobre la eficacia de tales actividades. - Los costes asociados con la fase de mantenimiento. - Los problemas que se encuentran frecuentemente cuando se lleva a cabo el mantenimiento. <p><u>Flexibilidad</u>: el esfuerzo necesario para modificar un programa operativo.</p> <p><u>Facilidad de prueba</u>: el esfuerzo necesario para probar un programa, para asegurarse que realiza su función pretendida.</p>
Transición del producto	Puede que no sea muy importante en todas las aplicaciones. Sin embargo, la orientación a procesamiento distribuido y el rápido cambio en el hardware es probable que incremente su importancia	<p><u>Portabilidad</u>: el esfuerzo necesario para transferir el programa de un entorno de sistema de hardware y/o software a otro.</p> <p><u>Reusabilidad</u>: hasta dónde se puede volver a emplear un programa (o partes de un programa) en otras aplicaciones, en relación al empaquetamiento y alcance de las funciones que realiza el programa.</p>

Tabla 1. Las tres áreas direccionadas por el modelo de Mc Call

Fuente: [Pressman, 2002]

Los componentes de calidad dados por Mc Call permiten a los desarrolladores de Sistemas de Gestión de Aprendizaje conocer las características que se deben considerar para el desarrollo de estos. Aunque Mc Call enfoca que son para el proceso de desarrollo, ya se están considerando características para el uso del mismo, tales como: mantenibilidad, flexibilidad, portabilidad, reusabilidad, entre otros.

2.1.2. Modelo de Calidad de BOEHM (1978)

Después del modelo de Mc Call, Boehm en 1978, propuso su modelo, el cuál podemos visualizar en la Figura 1. Allí se puede observar que este comienza con la utilidad general del software. De esta manera, están afirmando que lo primero y lo principal en un Sistema de Software es que debe ser útil, si no, su desarrollo ha sido una pérdida de tiempo, dinero y esfuerzo.

El modelo de Boehm considera los tipos de usuarios que trabajarían con el sistema una vez que es entregado. A continuación los tipos de usuarios [Pfleeger, 1998]:

- ✓ El primer tipo de usuario es el cliente, a quien le interesa la utilidad del sistema, y que lleve a cabo lo que él quiere. Sin embargo, existen otros quienes quieren usar el software en otras computadoras, en diferentes lugares. En este caso el sistema debe ser portable de manera que pueda ser movido de una computadora a la otra y funcionar bien.
- ✓ El segundo tipo de usuario es el que está relacionado con la actualización y cambio del sistema, esto es cuando se cambian los compiladores para el mismo lenguaje, las funciones del sistema no deberían degradarse.

El aporte de Boehm al presente estudio es indicar que la característica más importante de los Sistemas es que sean útiles, esto enmarca el hecho de que los Sistemas Gestión de Aprendizaje deben ser útiles, es decir, apoyar al aprendizaje.

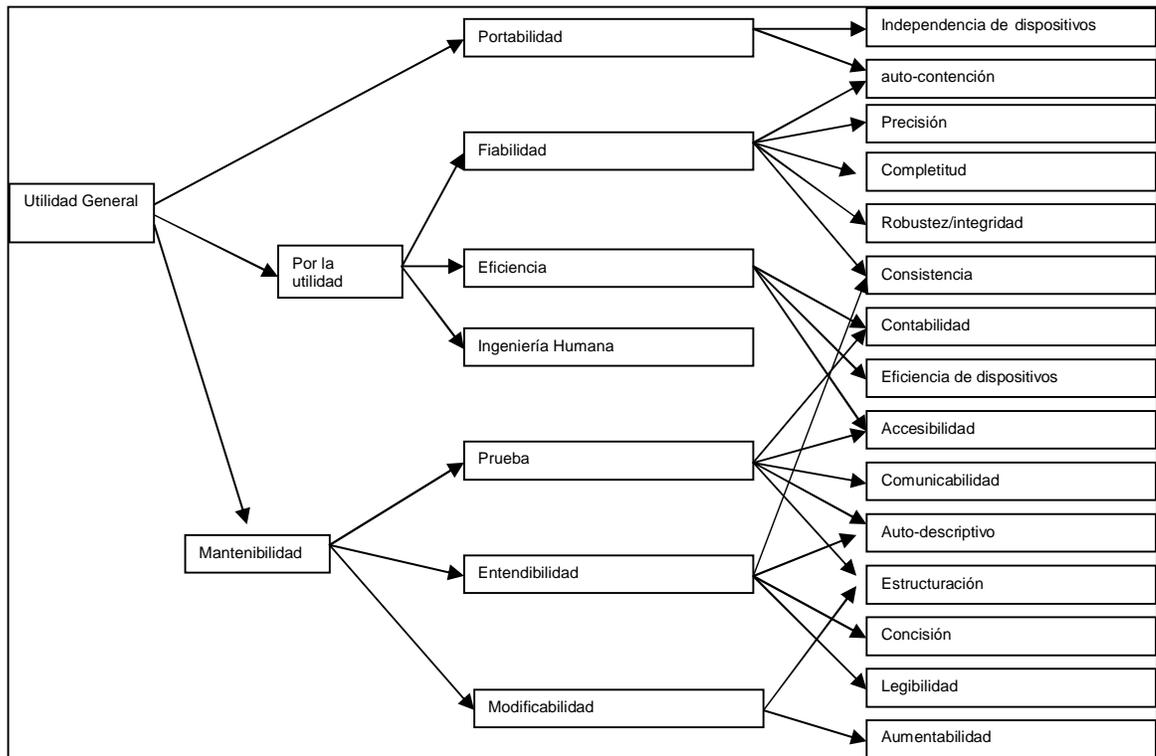


Figura 1. Modelo de Boehm
Fuente: [Pfleeger, 1998]

2.1.3. Funcionalidad, Usabilidad, Fiabilidad, Rendimiento, Capacidad de Soporte (FURPS - 1987)

El modelo FURPS (por sus siglas en inglés: Functionality, Usability, Reliability, Performance, Supportability) ha sido descrito por Hewlett-Packard con cinco características de calidad: funcionalidad, facilidad de empleo, fiabilidad, rendimiento y capacidad de soporte. A continuación en la tabla 2 se describen las características y sub-características que han sido relacionadas al modelo FURPS [Pressman, 2002]:

Característica	Sub-Característica	Descripción
Funcionalidad	Conjunto de Características Capacidades Generalidad Seguridad	Se valora evaluando el conjunto de características y capacidad del programa, la generalidad de las funciones entregadas y la seguridad del sistema global
Facilidad de Uso	Factores humanos Estética Consistencia Documentación	Se valora considerando la estética, consistencia y documentación general
Fiabilidad	Frecuencia/Severidad de falla Recuperabilidad Predictabilidad Precisión Tiempo promedio de falla	Se evalúa midiendo la frecuencia y la gravedad de los fallos, la exactitud de las salidas (resultados), el tiempo medio entre fallos, la capacidad de recuperación de un fallo y la capacidad de predicción del programa
Rendimiento	Velocidad Eficiencia	Se mide por la velocidad de procesamiento, el tiempo de respuesta, el consumo de los recursos, el rendimiento

	Consumo de recursos Tiempo de respuesta	efectivo total y la eficiencia
Capacidad de soporte	Capacidad de prueba Extensibilidad Adaptabilidad Mantenibilidad Compatibilidad Configurabilidad Capacidad de Servicio Capacidad de Instalación Capacidad de Localización	Combina la capacidad de ampliar el programa (extensibilidad), adaptabilidad y servicios (estos tres términos representan un término más común - mantenimiento), así como la capacidad de hacer pruebas, compatibilidad, la capacidad de configuración (la capacidad de organizar y controlar elementos de la configuración del software), la facilidad de instalación de un sistema y la facilidad con que se pueden localizar los problemas

Tabla 2. Componentes de FURPS
Fuente: [Grady y Caswell, 1987]

Las características de calidad FURPS y las sub-características mostradas en la tabla 2 pueden usarse para establecer métricas de la calidad para todas las actividades del proceso de desarrollo de Sistemas de Información. Por lo tanto, estas características deben ser consideradas para el proceso de desarrollo y de selección de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

2.1.4. ISO 9126 (1991)

En 1991 se publicó la primera edición del estándar internacional para la evaluación de software ISO/IEC 9126. Según la norma ISO/IEC 9126, este estándar se inicia del modelo establecido en 1977 por Mc Call y sus colegas.

El modelo de calidad establecido en la primera parte del estándar, ISO 9126-1, clasificó la calidad del software en la estructura que se visualiza en la Figura 2, allí se pueden observar 6 características bien definidas para la calidad del software, los cuáles van desde el desarrollo del mismo hasta la puesta de producción.

ISO 9126 es un estándar internacional, por lo que será un punto de referencia para la presente investigación.

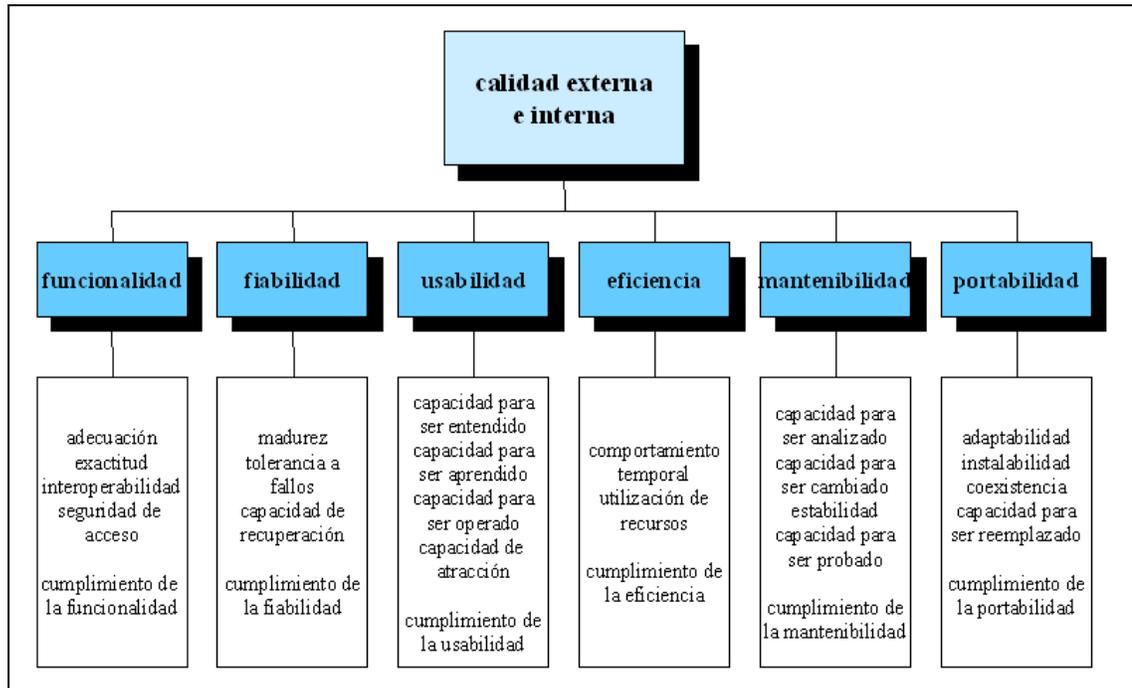


Figura 2. Modelo de calidad para calidad interna y externa
Fuente: Norma ISO/IEC 9126

2.1.5. Dromey(1996)

Basándose en el modelo ISO 9126, Dromey propuso en 1996 una manera de construir un modelo de calidad del producto, tomando en cuenta las características de la calidad, y una estructura jerárquica del modelo [Pfleeger, 1998].

Dromey dividió el desarrollo del modelo en dos tareas [Dromey, 1998]:

- ✓ La primera tarea en la construcción de un modelo de calidad del producto de software, este es para identificar que la intención de la aplicación de un modelo son y se dirigirán a las necesidades de diferentes intereses de grupos que usarán el modelo en diferentes aplicaciones. Esto corresponde a identificar los requerimientos de usuarios del modelo.
- ✓ La segunda etapa en la construcción del modelo para la calidad del producto de software es para identificar una arquitectura/diseño apropiada para el modelo.

En la tabla 3 se muestra la relación que establece Dromey entre las propiedades del producto y los atributos de calidad, conocidos en otros modelos como características de calidad.

Propiedades del producto	Atributos de Calidad	Descripción
Correctitud	Funcionalidad Fiabilidad	Las propiedades de correctitud pueden ser internas (asociadas con los componentes individuales) o contextuales (asociadas con la manera en que los componentes son utilizados en el contexto)
Internas	Mantenibilidad Eficiencia Fiabilidad	Mide que tan bien un componente ha sido entregado de acuerdo a su objetivo, implementación o que tan bien ha sido compuesto

Contextuales	Mantenibilidad Reusabilidad Portabilidad Fiabilidad	Cómo los componentes son compuestos ejercen influencia sobre la calidad del producto
Descriptivas	Mantenibilidad Reusabilidad Portabilidad Usabilidad	Para ser útil un software debe ser fácil de entender y utilizar de acuerdo a su propósito. Estas propiedades descriptivas aplican a requerimientos, diseños, implementación y a las interfaces de usuario

Tabla 3. Enlace de propiedades del producto con atributos de calidad
Fuente: [Dromey, 1996]

Como puede observarse, Dromey e inclusive ISO 9126, establece relaciones entre propiedades internas del producto, bien sea de los requerimientos, diseño o implementación con características de calidad.

2.1.6. El Modelo de la Calidad Sistémica

Según Senge "Un sistema es una totalidad percibida cuyos elementos se "aglomeran" porque se afectan recíprocamente a lo largo del tiempo y operan con un propósito común" [Senge, 1990].

La definición de Calidad Sistémica en el desarrollo de los Sistemas, contempla la Matriz Global Sistémica, mostrada en la figura 3 y consta de cuatro tipos de calidades [Pérez et al., 2004]:

- ✓ Producto-eficiencia
- ✓ Producto-efectividad
- ✓ Proceso-eficiencia
- ✓ Proceso-efectividad

Estas consideran las dimensiones del cliente y del usuario. Esta división se justifica en un sentido, porque un proyecto incluye tanto la eficiencia como la efectividad y en el otro, porque el sistema concebido (el producto) es diferente al sistema de las actividades humanas (el proceso) mediante el cual el sistema-producto es diseñado [Callaos y Callaos, 1996].

Rojas y Pérez [Rojas y Pérez, 1995] definen cada uno de los componentes de la matriz de la siguiente manera:

- ✓ Eficiencia del Producto: es determinada por actividades de diseño interno y programación, ya que un producto eficiente es conseguido cuando se aplican las prácticas correctas de diseño físico y programación.
- ✓ Efectividad del Producto: es determinada por las actividades de identificación de requerimientos, diseño de interfaces y diseño general de la red (ubicación de puntos), debido a que la misma está relacionada con la adecuación y confort del usuario.
- ✓ Eficiencia del Proceso: está asociada con las actividades de gerencia de proyectos, las cuales incluyen el cumplimiento de fechas de entrega, aumento de la productividad y ahorro de recursos.
- ✓ Efectividad del Proceso: se relaciona con las actividades generales de gerencia, tales como liderazgo, administración de cambio, relaciones humanas y grupales, ya que las mismas conducen a establecer relaciones entre los integrantes del equipo responsable del desarrollo de Sistemas de Información.

Según Callaos y Callaos (1996), la calidad global no es la suma de las calidades parciales, sino el compromiso entre todo el conjunto de calidades que conlleve a un óptimo global con cierto sacrificio de los óptimos parciales [Callaos y Callaos, 1996].

En Conclusión, se tiene que la calidad de los sistemas de software no es algo que dependa de una sola característica en particular, sino que obedece al compromiso de todas sus partes. Es ese el enfoque que propuso Callaos y es el que se toma como eje de la presente investigación.

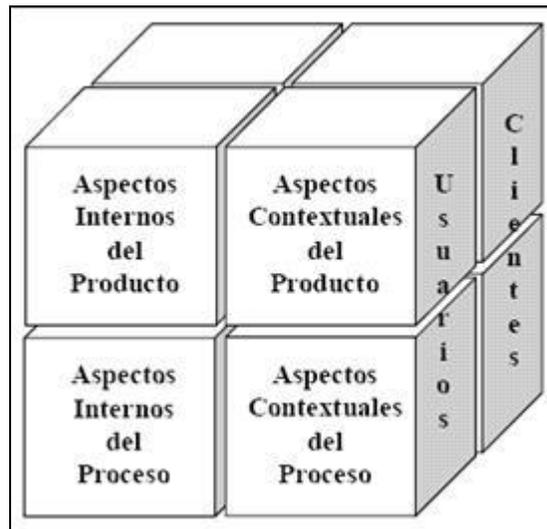


Figura 3. Matriz de Calidad Sistémica adaptada
Fuente: [Callaos y Callaos, 1996]

2.1.7. Modelo de Calidad del producto de software con un enfoque sistémico

El objetivo de esta sección es explicar el Modelo de Calidad del Producto de software con un Enfoque Sistémico que Ortega [Ortega, 2000] estructuró con la finalidad de identificar las características de calidad necesarias para poder estimar la calidad del producto de software.

Callaos y Callaos (1996) proponen un concepto de calidad de software en el cual están involucrados tanto características internas como el contexto organizacional, lo que genera un enfoque sistémico del concepto de calidad de software. En los enfoques de calidad de software, la organización necesita ser considerada como organización orgánica más bien que mecánica, estas usan sus recursos, las ideas y los esfuerzos para transformar las entradas en mercancías y servicios de la calidad [Pérez et al., 2004].

Los componentes que son tomados en cuenta en el modelo de calidad del producto son los siguientes [Pérez et al., 2004]:

- ✓ Los aspectos internos y contextuales del producto como calidad parcial del modelo de Calidad Sistémica de Callaos.

- ✓ Las características de calidad del modelo de Dromey [Dromey, 1996] y el ISO 9126 [ISO/IEC 9126-1.2, 1998]: Eficiencia, Fiabilidad, Funcionalidad, Mantenibilidad, Portabilidad y Usabilidad.
- ✓ La relación usada en el modelo de Mc Call [Gillies, 1997] entre los atributos y calidad de las métricas.

El modelo que se muestra en la Figura 4, esta sobre la base de las 6 características de calidad del estándar internacional ISO/IEC 9126, un conjunto de sub-características y métricas asociadas que miden la calidad de un producto de software con un enfoque sistémico [Pérez et al., 2004].

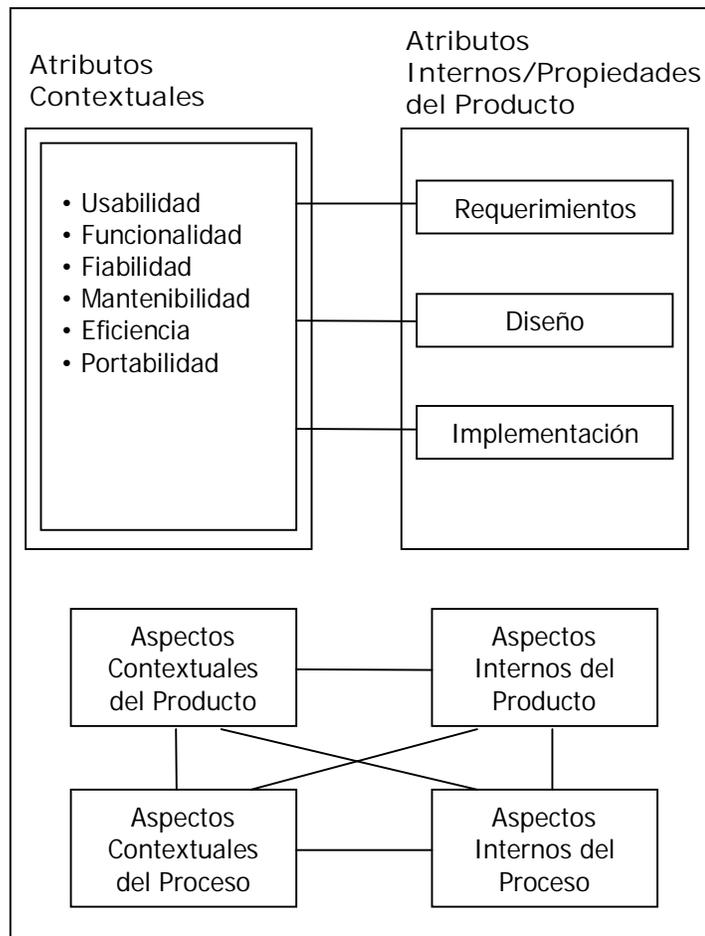


Figura 4. Modelo de Calidad del Producto de Software
Fuente; [Ortega et al., 2000]

A continuación se describe cada una de las métricas del modelo y se mencionan las sub-características asociadas [Ortega et al., 2000]:

- ✓ **Funcionalidad:** Es la capacidad del producto del software para proveer funciones que cumplan con necesidades específicas o implícitas, cuando el software es utilizado

bajo ciertas condiciones. La funcionalidad toma en cuenta el ajuste a los propósitos, la precisión, la interoperabilidad y la seguridad del producto de software.

- ✓ Fiabilidad: La fiabilidad es la capacidad del producto de software para mantener un nivel específico de rendimiento cuando es utilizado bajo condiciones específicas.
- ✓ Usabilidad: Esta característica se refiere a la capacidad del producto de software para ser atractivo, entendido, aprendido y utilizado por el usuario bajo condiciones específicas.
- ✓ Eficiencia: Es la capacidad del producto de software para proveer un rendimiento apropiado, relativo a la cantidad de recursos utilizados, bajo condiciones específicas.
- ✓ Mantenibilidad: La mantenibilidad es tal vez una de las características más importantes a ser medidas en un producto de software, debido a que es la capacidad del mismo de ser modificado. Las modificaciones pueden incluir correcciones, mejoras o adaptaciones del software ante cambios del ambiente, en requerimientos y especificaciones funcionales.
- ✓ Portabilidad: La última característica que Ortega plantea en su Modelo de Calidad del Producto de Software con un Enfoque Sistémico es la portabilidad. Esta es la capacidad del producto de software para ser transferido de un ambiente a otro.

Las 6 características del modelo, hacen de este un instrumento de medición de gran valor ya que cubre todos los aspectos necesarios e imprescindibles para medir directamente la calidad del producto de software.

Los modelos de calidad descritos anteriormente, son de vital importancia para la presente investigación ya que enmarca las características de calidad de proceso y producto que se usarán para definir el modelo de calidad que permitirá seleccionar un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

Como se ha descrito anteriormente, el tema de Calidad ha venido ganando terreno, aspecto que es fundamental en el mundo de tecnología, en el sentido de que esta va creciendo a pasos agigantados, sin embargo, si se hacen investigaciones de las tecnologías relacionadas con los conceptos de calidad, estaremos garantizando un mejor uso de las tecnologías, lo que mejoraría las inversiones de las organizaciones (mejorando procesos de negocios), y mejor aún usarían eficientemente y efectivamente la tecnología.

En la siguiente sección se hablará de los conceptos relacionados con e-learning y Sistemas de Gestión de Aprendizaje, que unidos con los conceptos de calidad permitirá lograr el objetivo del presente trabajo de investigación.

2.2. E-LEARNING

El crecimiento exponencial de la información que caracteriza al negocio moderno hace más importante que nunca la necesidad del aprendizaje. Pero el volumen de lo que tenemos que aprender y la velocidad a la cual debemos aprender pueden ser desalentadores. Esto requiere un nuevo pensamiento acerca de cómo adquirimos conocimiento y habilidad y cómo desplegarlos en los nuevos recursos de aprendizaje.

Para cumplir con las necesidades de los empleados, las organizaciones deben tener presente tres componentes claves: la información correcta, una cultura abierta y una tecnología efectiva [Rosenberg, 2002].

Por tal motivo, esta en auge el término de e-learning, el cuál es uno de los conceptos más utilizados y al mismo tiempo uno de los menos entendidos.

En esta sección se plasmarán los términos de e-learning y todos los aspectos relacionados a él, tales como: componentes, características, marco de trabajo, entre otros, los cuáles enmarcan la presente investigación.

2.2.1. Definiciones de e-learning

Para Cornella (2001) e-learning se trata de “aprendizaje” realizado mediante tecnologías Web. Ya sea de manera asíncrona (o sea, estando el estudiante y la fuente separados en el tiempo, en la auto-formación) o de manera sincrónica (estudiante y fuente conectados en tiempo real, en una “clase virtual”).

E-learning se trata de la entrega de contenido a través de medios electrónicos: Internet, intranets, extranets, CDROM, televisión interactiva, satélites, etc. En Hispanoamérica se le ha traducido genéricamente como educación virtual o aprendizaje virtual. Un subconjunto del e-learning es el Online Learning, acotado a la entrega de contenido a través de Internet, intranets y extranets. También existe una variación llamada e-Training, traducido también como teleformación referida a la capacitación empresarial que se realiza bajo la modalidad de e-learning [Informática Milenium, 2003].

Bowles [Bowles, 2004] define el aprendizaje electrónico como un aprendizaje que envuelve la adquisición, generación y transferencia de conocimientos usando tecnología de información y comunicación (ICT – Information and Communication Technology).

Rosenberg [Rosenberg, 2006] en su libro *Beyond E-Learning* lo define como el uso de la tecnología de Internet para crear y entregar un rico ambiente de aprendizaje que incluye un amplio arreglo de instrucciones, recursos de información y soluciones, la meta es realizar la ejecución individual u organizacional.

Con el rápido crecimiento de Internet y la tecnología digital, la Web ha hecho un fuerte, global, interactivo, dinámico, económico y democrático medio de aprendizaje y enseñanza a distancia [Khan, 1997].

Según Khan [Khan, 2005] e-learning puede ser visto como un enfoque innovativo para entregar buen diseño, aprendizaje centralizado, interactivo y en un fácil ambiente de

aprendizaje para cualquier persona, en cualquier lugar y en cualquier momento a través del uso de atributos y recursos de varias tecnologías digitales en conjunto con otras formas de materiales de aprendizaje que se ajustan a un ambiente de aprendizaje abierto, flexible y distribuido.

Es importante aclarar que e-learning representa toda la categoría de aprendizaje basado en tecnología, mientras que aprendizaje en-línea es sinónimo de aprendizaje basado en Web, es decir, que el aprendizaje en-línea es actualmente un subconjunto de e-learning [Learnframe, 2000].

El término e-learning cubre un ancho set de aplicaciones y procesos, incluyendo aprendizaje basado en computadoras, aprendizaje basado en Web, salones virtuales y colaboración digital, mientras que aprendizaje en-línea constituye justo un aparte del aprendizaje basado en tecnología y describe el aprendizaje vía Internet, intranet y extranet [Learnframe, 2000].

Para efectos de esta investigación se va a usar el siguiente concepto de e-learning:

El aprendizaje electrónico es un aprendizaje que envuelve la adquisición, generación y transferencia de conocimientos usando tecnología de información y comunicación [Bowles, 2004], haciendo uso de la tecnología de Internet para crear y entregar un rico ambiente de aprendizaje [Rosenberg, 2006]. Esto permite crear un fuerte, global, interactivo, dinámico, económico y democrático medio de aprendizaje y enseñanza a distancia [Khan, 1997], donde el mayor potencial es que cualquiera persona, en cualquier lugar y en cualquier momento a través del uso de atributos y recursos tenga un ambiente de aprendizaje abierto, flexible y distribuido [Khan, 2005].

La definición antes descrita es la que enmarcarán el punto de partida de esta investigación; sin embargo, más adelante se explicará en más detalle los conceptos de: aprendizaje abierto, flexible y distribuido.

2.2.2. Ambiente de aprendizaje abierto, flexible y distribuido.

Que e-learning provea un ambiente de aprendizaje abierto, flexible y distribuido permite a los usuarios un fácil uso, interactividad, colaboración, entre otros, por tal motivo en la presente investigación se explicará esta característica.

Según Zapata [Zapata, 2005] el término abierto tiene que ver con la posibilidad de adaptarse a situaciones distintas y cambiantes permitiendo la intervención de los usuarios desde distintas situaciones personales, profesionales o tecnológicas.

De igual manera Zapata (2005) hace referencia a dos conceptos relacionados al término abierto, estos son:

1. Tecnológicamente abierto: la configuración de redes y de ordenadores, los servicios y en posibilidades de acceso, deben estar configuradas de manera que las dificultades derivadas de la situación tecnológica de acceso, como las derivadas de una inadecuada estructuración del sistema o de una mala práctica, a veces derivada de unos principios de planificación inadecuados.
2. Pedagógicamente abierto: la planificación curricular y la práctica del curso deben hacerse contemplando la multiplicidad de situaciones que pueden producirse como

consecuencia de la variedad de formas de acceso y la de las circunstancias profesionales, personales y tecnológicas en las que pueden estar insertos los alumnos, los profesores o incluso el entorno tecnológico de ordenadores y redes.

Para Khan (2005) el uso de los términos abierto y flexible significa en el propio tiempo, paso y lugar de la persona que desea aprender. En la Figura 5 se puede visualizar la relación entre los términos.

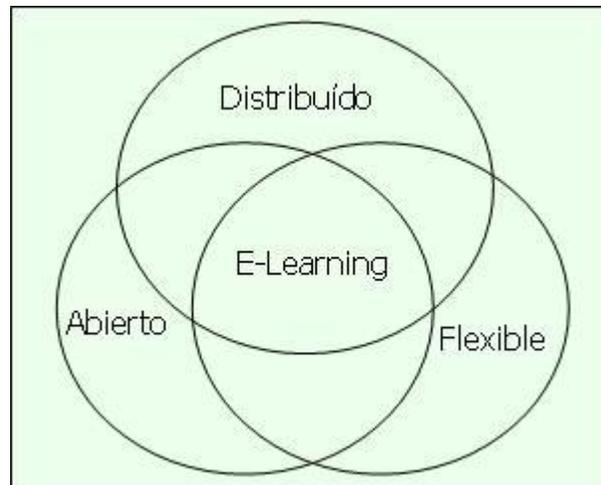


Figura 5. E-Learning abierto, flexible y distribuido
Fuente: [Khan, 2005]

E-Learning extiende las fronteras del aprendizaje, así el aprendizaje puede ocurrir en un salón de clases, desde la casa y en el lugar de trabajo [Relan & Gillani, 1997]. Esto es una forma flexible de educación, debido a que éste crea opciones para los aprendices en términos de dónde y cuándo ellos pueden aprender [Krauth, 1998].

Los términos abierto, flexible y distribuido son relevantes para esta investigación, ya que son características propias del concepto de e-learning, por lo que son determinantes al momento de seleccionar un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

2.2.3. Componentes de e-learning

E-Learning se refiere al uso de las tecnologías del Internet para proveer un amplio despliegue de soluciones que mejore el conocimiento y el desempeño. Está basado en tres criterios fundamentales [Rosenberg, 2002]:

1. E-learning está vinculado en redes, las cuáles lo hacen capaz de actualización instantánea, almacenamiento y recuperación, distribución e intercambio de información. Para efectos del presente trabajo y poder realizar una comparación con componentes de otro autor se llamará Redes.
2. Es enviado a un usuario final vía computadora, usando tecnología estándar de Internet. Para efectos del presente trabajo y poder realizar una comparación con componentes de otro autor se llamará Internet.

3. Se enfoca en la más amplia visión del aprendizaje y de soluciones de aprendizaje que van más allá de los paradigmas tradicionales de adiestramiento. Para efectos del presente trabajo y poder realizar una comparación con componentes de otro autor se llamará Aprendizaje.

Por su parte Khan (2005) definió 7 componentes de e-learning, los cuáles se pueden visualizar en la Figura 6.

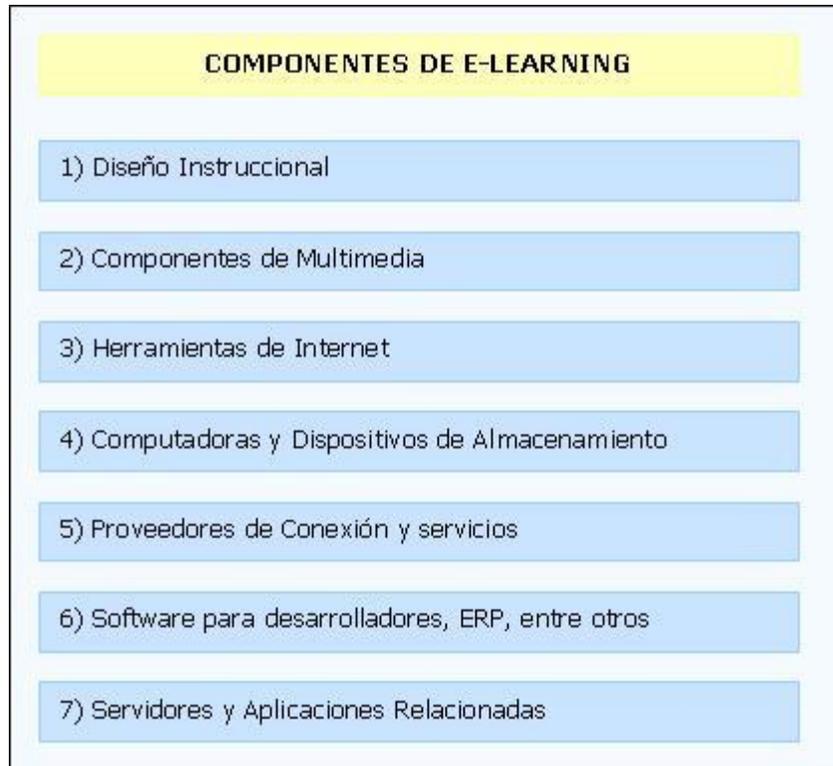


Figura 6. Componentes de E-Learning
Fuente: Elaboración Propia

Ninguno de estos componentes puede crear características de e-learning significativas sin una apropiada integración de un diseño instruccional, el cual está incluido en la Tabla 4 como parte de los componentes más importantes de e-learning [Khan, 2005].

Componentes	Descripción
Diseño Instruccional (Instructional Design – ID)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aprendizaje y teorías instruccionales ✓ Estrategias y técnicas instruccionales
Componentes de multimedia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Textos y gráficos ✓ Audio Streaming (ejemplo: Real Audio) ✓ Video Streaming (ejemplo: QuickTime) ✓ Links (ejemplo: Links de hipertextos, Links de hipermedia, Links 3-D, mapa de imágenes, etc)
Herramientas de Internet	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Herramientas de comunicación <ul style="list-style-type: none"> ○ Asíncronas: e-mail, Lista de distribución electrónica (Listservs), grupos de noticias (Newsgroups), entre otros ○ Síncronas: basado en texto (ejemplo: chat, IRC, MUDs, etc) y

	<p>herramientas de conferencias de audio y video</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Herramientas de Acceso Remoto (Conexiones y transferencias de archivos desde computadoras remotas) <ul style="list-style-type: none"> ○ Telnet, Protocolo de transferencia de archivos (FTP – File Transfer Protocol), entre otros ✓ Herramientas de navegación en Internet (acceso a bases de datos y documentos Web) <ul style="list-style-type: none"> ○ Buscadores basados en textos, buscadores gráficos, buscadores VRML entre otros ○ Plug-ins ✓ Herramientas de búsqueda <ul style="list-style-type: none"> ○ Motores de búsqueda
Computadoras y Dispositivos de Almacenaje	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plataforma de computadoras corriendo Interfaz de Usuarios Gráfica (GUI – Graphical User Interface) basadas en sistemas operativos como Unix, Windows, Macintosh, Linux, y otras en las cuáles no se ejecute la Interfaz de Usuarios Gráfica basada en sistemas operativos como DOS. Dispositivos Móviles tales como handheld (PDA - Personal Digital Assistants) que ejecutan sistemas operativos Palm, Pockect PC Windows y otras plataformas. ✓ Discos duros, CD ROMs, DVDs, entre otros.
Proveedores de Conexión y servicios	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modems ✓ Dial-in (Ejemplo: línea de teléfono estándar, ISDN, etc) y servicio dedicado (ejemplo: 56 kbps, DSL, modem de cable digital, T1, líneas E1, etc). ✓ Tecnología Móvil (ejemplo: conexiones inalámbricas, LAN (Local Area Network - Red de Área Local), WAN (Wide Area Network – Red de Área Ancha) y PAN (Personal Area Network – Red de Área Personal) inalámbricas ✓ Proveedores de servicios de aplicaciones (ASPs), proveedores de servicios de Hosting (HSPs), Proveedores de Servicios para transmisión de datos de un servidor de una red a otro, Proveedores de Servicios de Internet (ISPs), entre otros.
Software de computadoras que ayudan a los desarrolladores de multimedia a crear productos (Authoring Tools), Software de planificación de recursos empresariales (ERP – Enterprise Resource Planning).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lenguajes de programación diseñados para ser escritos fácilmente (HTML, VRML, XML, entre otros). ✓ Sistemas de gestión de Aprendizaje (LMS – Learning Management System) y Sistemas de Gestión de Contenido de Aprendizaje (LCMS – Learning Content Management System). ✓ Convertidores y editores de HTML. ✓ Herramientas y software de computadoras fácil de usar. ✓ Software de planificación de recursos empresariales los cuales son integrados a las soluciones de e-learning. ✓ Estándares de interoperabilidad, accesibilidad y reusabilidad.
Servidores y aplicaciones relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Servidores HTTP, software HTTPD, entre otros. ✓ Servidores para los lenguajes de programación diseñados para ser escritos fácilmente, tales como: ColdFusion, ASP, entre otros.

Tabla 4. Descripción de los componentes de e-learning
Fuente: [Khan, 2005]

Aunque Rosenberg (2002) los llama criterios fundamentales, para efectos de esta investigación se llamarán componentes de e-learning, esto permitirá compararlo con los componentes que menciona Khan (2005). Esto se puede visualizar en la Tabla 5 (Para el presente trabajo de investigación, a los criterios Rosenberg se les dio el nombre de componente y así poder compararlo con los componentes de Khan)

Componente (según Khan)	Componente (según Rosenberg)
Diseño Instruccional	Aprendizaje
Componentes de Multimedia	Internet
Herramientas de Internet	Internet
Computadoras y Dispositivos de Almacenaje	Redes
Proveedores de Conexión y servicios	Internet
Software para desarrolladores, ERP, entre otros	Redes

Servidores y aplicaciones relacionadas	Redes
--	-------

Tabla 5. Comparación componentes definidos por Rosenberg y Khan
Fuente: Elaboración Propia

2.2.4. Características de e-learning

Un buen diseño de programas de e-learning puede proveer numerosas características conduciendo esto al aprendizaje. Sin embargo, estas características deben estar significativamente integradas dentro de un programa de e-learning para alcanzar sus metas de aprendizaje. Mientras más componentes integren un programa de e-learning, más características de aprendizaje estarán disponibles para ofrecer. La calidad y efectividad de una característica de e-learning puede ser mejorada para garantizar factores críticos dentro de varias dimensiones de un ambiente de aprendizaje abierto, flexible y distribuido [Khan, 2005].

Los siguientes son ejemplos de algunas características de e-learning: interactividad, autenticidad, control del aprendizaje, conveniencia, independencia, fácil uso, soporte en línea, cursos seguros, beneficios tangibles (costo-beneficio), aprendizaje colaborativo, ambientes formales e informales, múltiple experticia, evaluación en línea, búsquedas en línea, accesibilidad global, interacción entre culturas, no discriminatorio, entre otros [Khan, 2005].

En la Tabla 6 Khan (2005) muestra las características y componentes asociadas con un ambiente de e-learning.

Características de e-learning	Componentes de e-learning	Relación para un ambiente de aprendizaje Abierto, Flexible y Distribuido
Fácil Uso	Sistema de navegación estándar, interfaz común de usuario, motores de búsqueda, buscadores, hiperlinks, entre otros.	Un buen curso de e-learning con una interfaz intuitiva puede anticipar necesidades de los aprendices y satisfacer la curiosidad natural de los aprendices a explorar lo desconocido. Esta capacidad puede reducir mucho el nivel de frustración de los estudiantes y facilitar un ambiente de aprendizaje amigable. El ambiente de hipermedia en un curso de e-learning permite a los aprendices explorar y descubrir los recursos que más se ajusten a sus necesidades individuales.
Interactividad	Herramientas de Internet, hiperlinks, buscadores, servidores, Software de computadoras que ayudan a los desarrolladores de multimedia a crear productos (Authoring Tools), diseño instruccional, entre otros.	La interactividad en e-learning es una de las características más importantes en las actividades instruccionales. La teoría del compromiso basado en el adiestramiento en línea, enfatiza que los estudiantes deben estar significativamente comprometidos con las actividades de e-learning, a través de interacciones con otros y con tareas que valen la pena. Los estudiantes de e-learning pueden interactuar con otros estudiantes, instructores y recursos en línea. Los instructores y expertos pueden actuar como facilitadores. Ellos puede proveer soporte, feedback y una vía de orientación a través de una comunicación síncrona o asíncrona.
Múltiple Pericia	Internet y www (world wide web)	Los cursos de e-learning pueden usar expertos externos para invitar a conferencia desde varios campos por todo el mundo. Las experiencias e instrucciones que vienen directamente de fuentes y expertos representados en Internet, pueden beneficiar tremendamente a los aprendices.
Aprendizaje	Herramientas de Internet,	E-learning crea un medio de colaboración, conversación,

Colaborativo	diseño instruccional, entre otros.	discusión, cambio y comunicación de ideas. La colaboración permite a los aprendices trabajar y aprender juntos para cumplir con la meta de aprendizaje común. En un ambiente colaborativo, los aprendices pueden conseguir: desarrollo social, comunicación, pensamiento crítico, liderazgo, negociación y habilidad para cooperar a través de la experiencia de las múltiples perspectivas de los miembros del grupo colaborativo en cualquier problema o planteamiento.
Autenticidad	Internet, www (Word Wide Web), diseño instruccional, entre otros.	Las tecnologías de conferencia y colaboración de la Web llevan a los aprendices a un contacto con aprendizaje auténtico y situaciones de aprendiz. Los cursos de e-learning pueden ser diseñados para promover auténticos ambientes de aprendizaje, ya que los dirigen a problemas del mundo real y a resultados relevantes. El aspecto más significativo de la Web para la educación en todos los niveles es que este disuelve la pared artificial entre el salón de clases y el "mundo real".
Control de los aprendices	Herramientas de Internet, Software de computadoras que ayudan a los desarrolladores de multimedia a crear productos (Authoring Tools), hiperlinks diseño instruccional, entre otros.	El ambiente filtrado en la Web, permite a los estudiantes elegir entre participar activamente en una discusión o simplemente observar. E-learning coloca a los estudiantes en control, así ellos pueden elegir el contenido, tiempo, feedback y un amplio alcance para expresar su entendimiento. Esto facilita la responsabilidad de los estudiantes y la iniciativa para promover la propiedad del aprendizaje.

Tabla 6. Características y componentes asociados con un ambiente de e-learning
Fuente: [Khan, 2005]

2.2.5. Beneficios de e-learning

Las organizaciones deben tener claro los beneficios que debe brindar un ambiente de e-learning. En esta sección se detallarán los beneficios de e-learning según varios autores.

En la tabla 7 se pueden visualizar los 10 beneficios del e-learning según Rosenberg (2002).

Las fusiones y adquisiciones, las operaciones globales, los cortos ciclos de vida de los productos, la hipercompetencia, las comunicaciones instantáneas, la explosión del conocimiento, están combinándose para cambiar en lo fundamental el modo como trabajamos y aprendemos. Al combinar la nueva tecnología del Internet con un nuevo modo de pensar acerca de cómo la gente aprende, están empezando a surgir estrategias duraderas de e-learning que realmente funcionan [Rosenberg, 2002].

Beneficio	Descripción
Baja los Costos	En relación con los costos el e-learning es el modelo más efectivo de impartir instrucción o información. Además disminuye los gastos de viaje, reduce el tiempo que toma entrenar a la gente y elimina o aminora significativamente la necesidad de una infraestructura del tipo salón de clase/instructor.
Mejora la respuesta de los negocios	El e-learning puede alcanzar un número ilimitado de personas virtualmente en forma simultánea.
Los mensajes son coherentes o a la medida, dependiendo de las necesidades	El contenido presentado es el mismo y de la misma forma. Cuando sea necesario los programas pueden diseñarse a la medida para diferentes necesidades de aprendizaje o diferentes grupos de personas.
El contenido es más oportuno y confiable	Por estar habilitado en la Web el e-learning puede actualizarse instantáneamente, haciéndole la información más exacta y útil por un período más largo. La capacidad para perfeccionar el contenido de e-learning más fácil y rápidamente, y distribuir de manera inmediata la nueva información a un

	gran número de empleados distribuidos, socios y clientes ha sido un regalo de Dios para las compañías que tratan de mantener al personal al tanto del cambio acelerado.
Aprender es 24/7	Su enfoque "justo a tiempo, a cualquier hora" hace verdaderamente globales las operaciones de aprendizaje de las organizaciones.
No se requiere tiempo de preparación del usuario	Con la tecnología del Browser, aprender a acceder al e-learning se vuelve, con rapidez, un asunto sencillo.
Universalidad	El e-learning esta habilitado para la Web y toma ventajas de los protocolos universales de Internet y de los Browsers.
Crea comunidad	La Web permite a la gente construir comunidades de prácticas duraderas, donde ellos pueden unirse para intercambiar información y puntos de vista mucho después de que el programa de entrenamiento termine. Esto constituye un motivador para el aprendizaje organizacional.
Estabilidad	Los programas pueden mover desde 10 participantes hasta 100 e incluso 100.000 con poco esfuerzo o incremento de los costos (mientras la infraestructura sea la adecuada).
Refuerza la inversión corporativa en la Web	Los ejecutivos buscan de manera creciente vías para potenciar su inmensa inversión en intranets corporativas. El e-learning está emergiendo como una de esas aplicaciones.

Tabla 7. Beneficios de e-learning
Fuente: [Rosenberg, 2002]

El reporte de The SunTrust Equitable realizado por Close y sus colegas habla de algunos beneficios que son más específicos para aprendices y proveedores de contenidos (Ver Tabla 8) [Close et al., 2000]:

Beneficio	Descripción
Aprendiz Controlado	La tecnología ha dado la mayor autoridad sobre el ambiente de aprendizaje. Aprender no ocurre en un salón de clases. Este puede ocurrir en la oficina o en la casa
Propio Ritmo	Un individuo puede ir a través de un curso o programa según la información este siendo comprendida. El estudiante puede convertir la información en conocimiento en su propio horario
Uniformidad de Contenido	La información entregada puede ser consistente para todos los usuarios, por lo tanto reducir la posibilidad de mala interpretación
Contenido Configurable	La información puede ser desarrollada con usuarios individuales en mente
Contenido actualizado rápidamente	Los productos y los cambios procesados pueden ser actualizados y entregados en tiempo real. Esto incrementa la tasa en la cual el conocimiento es adquirido, lo cual es especialmente importante para el mercado corporativo

Tabla 8. Beneficios de e-learning – según el reporte de The SunTrust Equitable
Fuente: [Close et al., 2000]

Las organizaciones deben entender y tener claro los beneficios que un Sistema de Gestión de Aprendizaje debe proveer a la organización y a sus empleados, para así poder seleccionar un Sistema de Gestión de Aprendizaje y dar mejor uso al mismo.

Ahora bien, después de tener claro los beneficios hay que explicar el marco de trabajo dentro del cuál se desenvuelve e-learning y así identificar los aspectos relacionados.

2.2.5.1. Marco de trabajo de e-learning

Para Khan (2005) e-learning representa un cambio de paradigma no sólo para los aprendices, sino también para los instructores, administradores, técnicos, personal de soporte de servicios y las instituciones.

Khan (2005) ha estado estudiando los ambientes de aprendizaje flexible para aprendices desde 1997, y para él e-learning es una forma innovativa de proveer instrucciones a diversos aprendices en un ambiente donde los estudiantes, instructores y personal de soporte no se ven unos con otros. E-learning toma lugar en un sistema abierto y permite extender las fronteras de aprendizaje a un espacio abierto y flexible donde los aprendices deciden dónde y cuándo ellos quieren aprender.

Después de varios años investigando sobre ambientes de aprendizaje flexible, Khan (2005) ha propuesto un marco de trabajo que permite visualizar las dimensiones a considerar para obtener un ambiente de e-learning. Este marco de trabajo se puede visualizar en la Figura 7.

El objetivo de Khan (2005) con este marco de trabajo es ayudar a las personas a pensar a través de cada aspecto durante los pasos del proceso de diseño de e-learning. Estos ayudarán a crear un significativo ambiente de aprendizaje y muchos de estos factores están sistemáticamente interrelacionados e interdependientes.

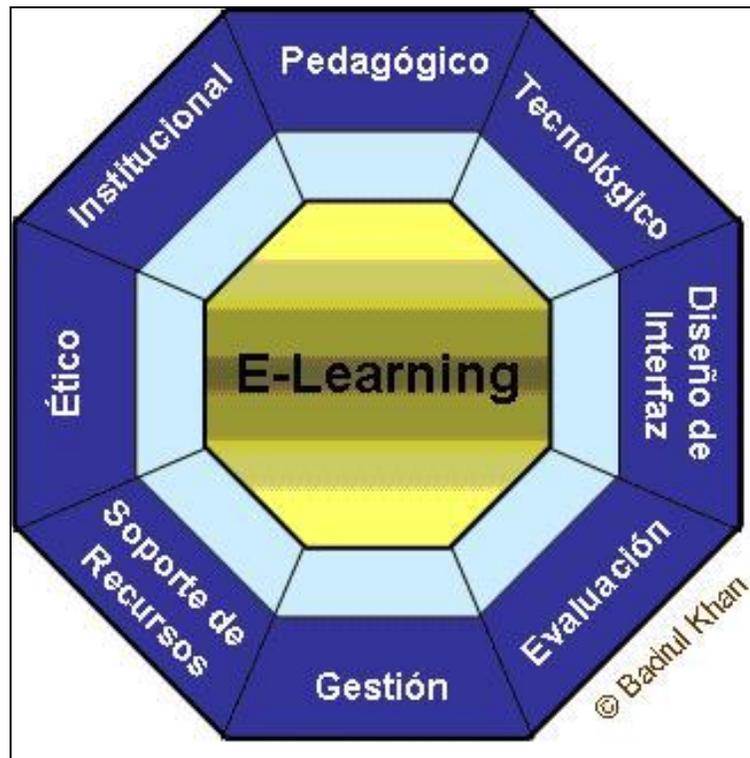


Figura 7. Marco de Trabajo de e-Learning
Fuente: [Khan, 2005]

Los factores del marco de trabajo están divididos en ocho dimensiones que se describen a continuación [Khan, 2005]:

1. Institucional: esta relacionada a los asuntos administrativos, académicos y servicios relacionados con el estudiante para el e-learning.
2. Gestión: la gestión de e-learning se refiere al mantenimiento del ambiente de aprendizaje y a la distribución de información.

3. Tecnológico: examina los aspectos de infraestructura tecnológica en los ambientes de e-learning. Este incluye planificación de la infraestructura, hardware y software.
4. Pedagógico: se refiere a los aspectos de enseñar y aprender. Esta dimensión se enfoca en los aspectos relacionados al análisis de contenido, análisis de audiencia, análisis de la meta, enfoque en el diseño, organización y estrategia de aprendizaje.
5. Ético: Las consideraciones éticas de e-learning están relacionadas a la influencia social y política, diversidad de culturas, prejuicios, diversidad geográfica, diversidad de los aprendices y de asuntos legales.
6. Diseño de Interfaz: se refiere a como se ven y se sienten los programas de e-learning. Dimensión del diseño de la interfaz abarcando diseño de páginas y sitios, diseño de contenido, navegación, accesibilidad y usabilidad.
7. Recursos de soporte: examina el soporte en-línea y los recursos requeridos para fomentar un aprendizaje significativo.
8. Evaluación: incluye la valoración de los aprendices y la evaluación del ambiente instruccional y de aprendizaje.

En la tabla 9 se pueden visualizar las sub-dimensiones del marco de trabajo de e-learning [Khan, 2005].

La investigación se va a desarrollar sobre las dimensiones propuestas por Khan, excepto la dimensión Ético ya que no es objetivo del presente trabajo de investigación indagar sobre los aspectos: diversidad social y cultural, asuntos de prejuicios y políticos, diversidad geográfica, diversidad de los aprendices y aspectos legales.

Para esta investigación el aporte de Khan es fundamental, ya que permite sentar las bases sobre las cuáles se elaborará el modelo, iniciando con los dimensiones de e-learning: institucional, gestión, tecnológico, pedagógico, diseño de interfaz, recursos de soporte y evaluación.

En la siguiente sección se mencionarán los estándares de e-learning.

Dimensión de e-learning	Sub-dimensión
INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Asuntos administrativos ✓ Asuntos académicos ✓ Servicios al estudiante
GESTIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Personas, procesos y productos (3P) ✓ Equipo de gestión ✓ Gestionar el desarrollo de contenido para e-learning ✓ Gestionar el ambiente de e-learning
TECNOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planificación de infraestructura ✓ Hardware ✓ Software
PEDAGÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis de Contenido ✓ Análisis de audiencia ✓ Análisis de las metas ✓ Enfoque en el diseño ✓ Estrategia instruccional ✓ Organización ✓ Estrategia para e-learning mixto (presencial y no presencial)
ÉTICO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diversidad social y cultural ✓ Asuntos de prejuicios y políticos ✓ Diversidad geográfica ✓ Diversidad de los aprendices ✓ Aspectos legales
DISEÑO DE INTERFAZ	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseño de páginas y sitios ✓ Diseño de contenido ✓ Navegación ✓ Accesibilidad ✓ Usabilidad
RECURSOS DE SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Soporte en-línea ✓ Recursos
EVALUACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de los procesos de desarrollo de contenido ✓ Evaluación del ambiente de e-learning ✓ Evaluación de los programas de e-learning y los niveles institucionales ✓ Valoración del aprendiz

Tabla 9. Sub-dimensiones del marco de trabajo de e-learning

Fuente: [Khan, 2005]

2.2.6. Estándares de e-learning

Lo que se busca con los estándares de e-learning es brindar al usuario los contenidos y actividades que sean “perfectos” para él, ficheros generales en los cuales pueda escoger objetos específicos para su aprendizaje y que puedan reutilizarse, ensamblarse, almacenarse y acomodarse en el sitio de tal manera que cualquier usuario pueda utilizar estos recursos conforme a sus necesidades [Castro, 2007].

En el mundo del aprendizaje y mucho antes de que la frase e-learning apareciera, muchas organizaciones alrededor del mundo comenzaron a trabajar en la creación de especificaciones o estándares para las tecnologías relacionadas con el aprendizaje.

En este primer acercamiento al tema, aparecieron grupos como [Castro, 2007]:

Grupo	Función
ARIADNE	<i>Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe</i> . Es una asociación de industrias centradas en los aspectos de estándares para el e-learning europeo, participa conjuntamente con PROMETEUS y EUN. En el 2000 lanzó su versión oficial 3 de metadatos basada en la especificación LOM.

PROMETEUS	Es una iniciativa de la Unión Europea que pretende también incluir como especificaciones la multiculturalidad y el multilingüismo. Para eso se creó el Memorando de Entendimiento, el cual es un foro de debate con el que se pretende que los que trabajan en el sector educativo descubran elementos comunes fundamentales para el futuro desarrollo de los servicios basados en TIC y la prestación de acceso multimedia a la educación y a la formación en Europa. Otro punto importante de PROMETEUS es que teniendo la ventaja de normas abiertas y mejores prácticas, ofrezca una mayor interoperabilidad, posibilidades de reutilización y una mayor personalización del material de aprendizaje digital.
IEEE	<i>Learning Technology Standards Comité</i> (IEEE LTSC). La propuesta de estándar de IEEE, está actualmente en revisión y se conoce como especificación LTSA (Learning Technology Systems Architecture). Esta propuesta establece un marco general bien definido para el análisis, diseño, implementación y evaluación de los entornos de enseñanza-aprendizaje.
AICC	<i>Airline Industry CBT Comitee</i> . Este comité se formó con el propósito de crear estándares para la aviación y fue uno de los pioneros en tratar de proponer y crear estándares para el e-learning, basándose en los entrenamientos en línea, pruebas y lecciones.
EDUCAUSE IMS	<i>Instructional Management Systems Project</i> . Es un grupo de vendedores que también se desempeñan en la construcción de estándares para el e-learning, con base en el trabajo de la AICC, su estudio se dirige al desarrollo de un conjunto de rótulos que puedan utilizarse en cualquier parte y que pueda definir cualquier parte de un ambiente de e-learning (metadatos), incluyendo las características del usuario.
ADLNet	<i>Advanced Distributed Learning</i> . Esta formada por desarrolladores e implementadores de tecnologías de aprendizaje a través del Departamento de Defensa. Usa un estructurado, adaptable y esfuerzo colaborativo entre el sector público y privado para el desarrollo de estándares, herramientas y contenido de aprendizaje para ambientes de aprendizaje del futuro.

Tabla 10. Grupos que han trabajado con estándares para e-learning

Fuente: [Castro, 2007]

Al principio, estos grupos se enfocaron en las diferentes áreas de estandarización, trabajando simultáneamente pero no coordinados, entonces es cuando el Departamento de la Defensa de Estados Unidos asume el liderazgo y retoma todo el trabajo de las demás organizaciones y crea un “Modelo de Referencia” común conocido como “Modelo de Referencia de los contenidos y objetos compartibles” (*Sharable Content Object Reference Model, SCORM*) [Castro, 2007].

Hoy en día, SCORM es un grupo de especificaciones y estándares unificados para los contenidos, las tecnologías y servicios del e-Learning; actualmente todas estas organizaciones están trabajando de forma colaborativa en los SCORM, en su forma actual y en el futuro de la especificación. SCORM ha demostrado que las especificaciones y los estándares existentes son capaces de brindar las promesas de interoperabilidad, reusabilidad, etc., además de los fundamentos que ayuden a las instituciones a tener un conocimiento preciso de cómo usar las tecnologías del aprendizaje para construir y operar en el ambiente de aprendizaje del futuro [Castro, 2007].

La aplicación de estándares ayuda a asegurar cinco habilidades dentro de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, además de promover las inversiones en el e-Learning [Castro, 2007]:

- ✓ Interoperabilidad: La capacidad que tiene un sistema de trabajar en otro.
- ✓ Reusabilidad: La facilidad de reutilizar los objetos de aprendizaje.
- ✓ Gestión: La facilidad que brinda el sistema para tener la información concreta y correcta acerca del estudiante y de los contenidos.
- ✓ Accesibilidad: La facilidad de que el estudiante pueda acceder fácilmente a los contenidos apropiados en el tiempo apropiado.

- ✓ Durabilidad: La capacidad que tendrá la tecnología de eliminar la obsolescencia.

Algunas de las ventajas de la estandarización del e-learning [Castro, 2007]:

- ✓ Se garantiza el intercambio de contenidos entre diferentes entornos virtuales de información.
- ✓ Se permite la búsqueda de contenidos por toda la red.
- ✓ Se fomenta la profesionalización en la elaboración de contenidos.
- ✓ Se pueden iniciar sistemas de compra – venta de contenidos.
- ✓ Se permite enlazar diferentes entornos de formación.
- ✓ Disminución de los costos de producción.
- ✓ Se propicia una mayor oferta de aprendizaje en entornos virtuales.

Ahora bien, ya conociendo la definición, componentes, características, marco de trabajo y estándares de e-learning, se requieren definir los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, los cuáles permiten los ambientes de aprendizaje de e-learning.

2.3. SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS – Learning Management System)

Para llevar a cabo un programa de formación basado en e-learning, se hace uso de plataformas o sistemas de software que permiten la comunicación e interacción entre profesores, alumnos y contenidos. Se tienen principalmente dos tipos de plataformas: las que se utilizan para impartir y dar seguimiento administrativo a los cursos en línea y las que se utilizan para la gestión de los contenidos digitales.

En esta sección se darán a conocer el marco conceptual de las plataformas para impartir y dar seguimiento administrativo a los cursos en línea, es decir, los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, sin embargo, también se darán a conocer los conceptos de Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje y sus diferencias.

2.3.1. Definición de Sistema de Gestión de Aprendizaje

Es importante delimitar el concepto de Sistema de Gestión de Aprendizaje que se adoptará en la presente investigación ya que diferentes autores lo definen de diversas formas. En la Tabla 11 se pueden visualizar las diversas definiciones que los autores han dado a los Sistemas de Gestión de Aprendizaje:

[Autor, Año]	Definición
[Kaplan, 2007]	Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje son software que automatizan la administración del adiestramiento. Los LMS registran usuarios, permite llevar el seguimiento de los cursos en un catálogo, registros de los datos de los aprendices y provee de reportes para la gestión. Un Sistemas de Gestión de Aprendizaje es típicamente diseñado para manejar cursos por múltiples publicadores y proveedores. Este usualmente no incluye sus propias capacidades de diseño (authoring tool), en cambio, este se focaliza en la administración de cursos creados por una variedad de otras fuentes.
[Castro, 2007]	Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje son una aplicación software basada en la Web que permite planear, implementar, monitorear y principalmente evaluar procesos de aprendizaje específicos. Un Sistema de Gestión de Aprendizaje tiene instructores que pueden crear o brindar contenidos, monitorear la participación de los estudiantes dentro del sistema, además de evaluar la actuación y desarrollo de los mismos, al mismo tiempo, un

	Sistemas de Gestión de Aprendizaje promueve en los estudiantes diferentes habilidades para el uso de herramientas interactivas como foros de discusión, videoconferencias, tele conferencias, chat y correo electrónico. Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje proporcionan la funcionalidad al e-learning, ya que es el espacio en donde los estudiantes pueden planear, acceder, enviar y gestionar el aprendizaje por sí mismos, interactuar con otros alumnos, con los monitores y los facilitadores.
[GIOUPM, 2007]	Un Sistema de Gestión del Aprendizaje (plataforma de teleformación, entorno virtual de enseñanza-aprendizaje, sistema telemático de teleformación, etc.) es un software instalado en un servidor que se utiliza para la creación, gestión y distribución de cursos a través de Internet.
[Horton y Horton, 2003]	Un Sistema de Gestión de Aprendizaje simplifica los procesos de administrar la educación y el adiestramiento. Es un sistema complejo usado por gerentes, administradores, instructores y estudiantes para planificar, registrar, facturar y llevar el seguimiento de los estudiantes a través de cursos y otros eventos de aprendizaje
[López, 2005]	Un Sistema de Gestión de Aprendizaje es un software basado en un servidor Web que provee módulos para los procesos administrativos y de seguimiento que se requieren para un sistema de enseñanza-aprendizaje, simplificando el control de estas tareas (Ver Figura 11).

Tabla 11. Definiciones de Sistemas de Gestión de Aprendizaje
Fuente: Elaboración propia

Para efectos de esta investigación se va usar el siguiente concepto de Sistema de Gestión de Aprendizaje:

Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje son aplicaciones para planear, implementar, monitorear y evaluar procesos de aprendizaje [Castro, 2007], permitiendo esto la automatización en la administración [Kaplan, 2007] y seguimiento del aprendizaje [López, 2005], promoviendo a los estudiantes a diferentes habilidades para el uso de herramientas interactivas (como foros de discusión, videoconferencias, tele conferencias, chat y correo electrónico) [Castro, 2007]. Esta basado en una plataforma Web [Castro, 2007] y es instalado en un servidor [GIOUPM, 2007]. Este sistema permite a las organizaciones que sus empleados se sumerjan en un proceso de aprendizaje continuo y mejorable.

Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje constan de un entorno de aprendizaje y relación social, al que acceden los alumnos, profesores y coordinadores y un entorno de administración, desde dónde se configuran los cursos, se dan de alta los alumnos, se importan contenidos, se habilitan servicios, etc. Este permite que [GIOUPM, 2007]:

- ✓ Los profesores coloquen a disposición de los alumnos los objetivos del curso, su contenido y su reglamentación.
- ✓ Los tutores y coordinadores supervisen el desarrollo del curso y el avance de cada alumno.
- ✓ Los alumnos accedan a los contenidos, realicen la ejercitación prevista, se comuniquen entre sí y con el tutor para resolver dudas y realizar trabajos en grupo.
- ✓ Los administradores obtengan información en línea del progreso del curso y de las acciones administrativas relacionadas, tales como inscripción de alumnos, historial de cursos, etc.

Con la definición de Sistema de Gestión de Aprendizaje en mente, pasamos ahora a dar las características de los mismos.

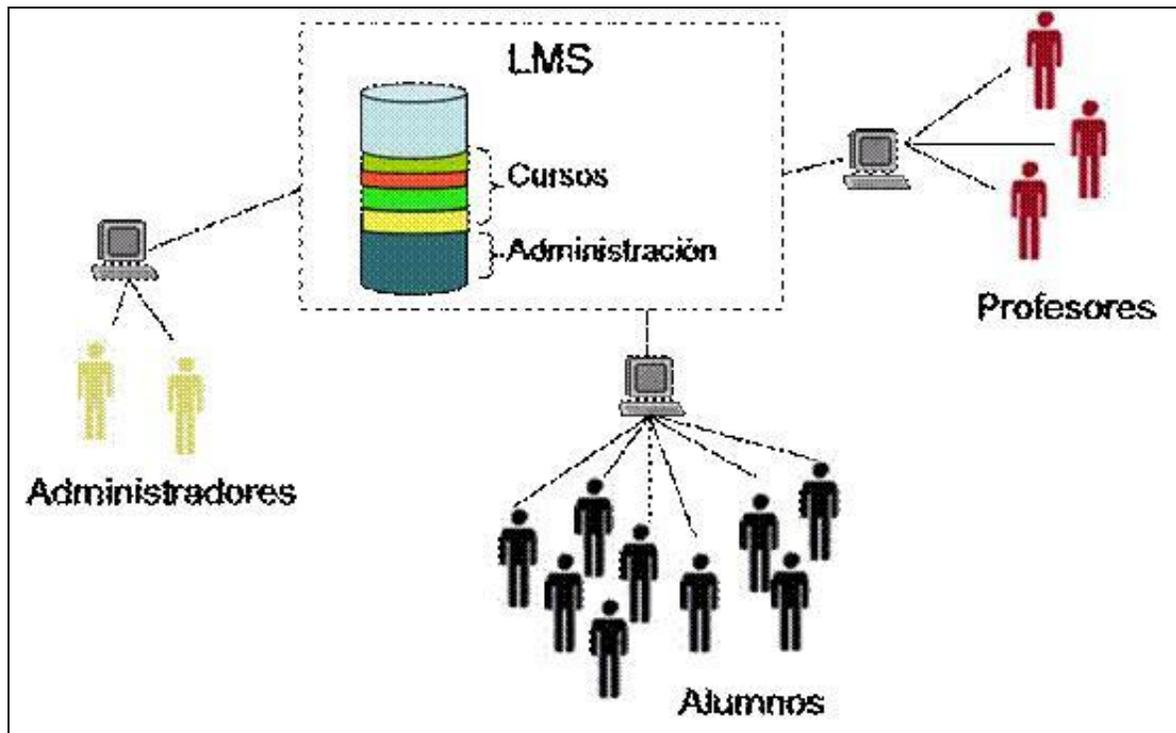


Figura 8. Plataformas de Aprendizaje o LMS
Fuente: [López, 2005]

2.3.2. Funciones y características de un Sistema de Gestión de Aprendizaje

Para poder cumplir con su propósito un Sistema de Gestión de Aprendizaje debe poseer un conjunto mínimo de funciones. Estas pueden agruparse de la siguiente forma [GIOUPM, 2007]:

- ✓ Distribución de contenidos: editor de contenidos en línea, repositorios de archivos de imágenes, de vídeo y de texto como biblioteca en línea, sistema de reconocimiento de contenidos en CD, inserción de hipervínculos, imágenes y vídeos y administración de calendario de contenidos.
- ✓ Comunicación y colaboración: foros de discusión por curso, sala de chat por curso, formación de grupos de trabajo, comunicación con el tutor, miembros del curso, novedades y calendario del curso.
- ✓ Seguimiento y evaluación: estadísticas y ficha personal por alumno, seguimiento de cada actividad, sistemas de exámenes editables por el docente o tutor y reportes de actividad.
- ✓ Administración y asignación de permisos: otorgamiento de permisos y autorizaciones, asignación de permisos por perfil de usuario, administración personal de perfiles de usuario, proceso de inscripción, planes de carrera y oferta formativa.

Según Castro (2007) se deben considerar dentro de las características varios tipos de interacción y funcionalidad dentro de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, como son:

- ✓ Un catálogo común de cursos en línea.
- ✓ Sistema común de registro en línea.
- ✓ Herramientas de evaluación de las habilidades y la competencia.
- ✓ Sistemas de evaluación del aprendizaje.
- ✓ Bibliotecas de materiales u objetos de aprendizaje.
- ✓ Integración de recursos para la gestión del conocimiento.
- ✓ Información organizacional.
- ✓ Reportes individualizados.
- ✓ Espacios de conocimiento y colaboración.

Para Greenberg [Greenberg, 2002] las capacidades que se deben buscar en un Sistema de Gestión de Aprendizaje son:

- ✓ Soportar aprendizaje mixto (blended learning): Las personas aprenden de diferentes maneras. Un Sistema de Gestión de Aprendizaje debe ofrecer un currículo que mezcle aulas y cursos virtuales fácilmente. Combinadas, estas características permiten el entrenamiento preceptivo y personalizado.
- ✓ Integración con Recursos Humanos: Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje que no están sincronizados con sistemas de Recursos Humanos pierden el rumbo. Cuando los sistemas están integrados, un empleado de recursos humanos puede entrar una nueva información de contratación en el sistema de Recursos Humanos, y el empleado automáticamente está designado para entrenamiento personalizado a su rol en la compañía.
- ✓ Herramientas de administración: El Sistema de Gestión de Aprendizaje debe permitir a los administradores gestionar registros de usuarios y perfiles de usuarios, definir roles, colocar un plan de estudios, trayectorias de las cartas de certificación, asignar tutores, cursos de autores, gestión de contenidos, y administrar presupuestos internos, pagos de usuarios, etc. Los administradores necesitan completar el acceso a la base de datos de entrenamiento, permitiéndoles crear reportes estándares y personalizados en la ejecución individual y de grupos. Los reportes deben ser escalables para incluir toda la fuerza de trabajo. El sistema también debe ser capaz de construir horarios para estudiantes, instructores, y aulas. Lo más importante, todas las características deben ser manejadas usando interfaces automatizadas y amigables para el usuario.
- ✓ Integración de Contenido: Es importante para un Sistema de Gestión de Aprendizaje proporcionar soporte nativo a un amplio rango de software de cursos de terceras partes. Cuando se está comprando un Sistema de Gestión de Aprendizaje, se mantienen en mente que algunos Sistemas de Gestión de Aprendizaje son compatibles sólo con el software de cursos propios del proveedor, y hacen un poco más que pagar palabrería a estándares de contenido de aprendizaje.
- ✓ Adherencia a los estándares: Un Sistema de Gestión de Aprendizaje debe tratar de soportar estándares, tales como SCORM y AICC. Soporte a estándares significa que el Sistema de Gestión de Aprendizaje puede importar y gestionar contenido y courseware que cumple con estándares a pesar de la autoría del sistema que lo produjo. Cuidado: A menos que el proveedor certifique que el contenido trabajará, con costos adicionales.

- ✓ Valoración de capacidades: Motores de evaluación, pruebas, y valoración ayudan a los desarrolladores a construir un programa que se vuelve más valioso á través del tiempo. Es una buena idea tener una facilidad de valoración que permita autorizar en el producto e incluye valoraciones como parte de cada curso
- ✓ Gestión de habilidades: Un componente de gestión de habilidades permite a las organizaciones medir las necesidades de entrenamiento e identificar áreas de mejora basados en la competencia colectiva de los trabajadores en las áreas especificadas. La valoración de las destrezas pueden ser escogidas de múltiples fuentes, incluyendo revisiones de grupo y herramientas de realimentación de 360°. El administrador determina cuando los resultados son ponderados, promediados o comparados para determinar un vacío de habilidades. Los negocios también podrían usar esta facilidad para buscar su base de empleados para destrezas especializadas

Sin embargo, Zapata [Zapata, 2003] menciona que con los Sistemas de Gestión de Aprendizaje deben cumplir unos principios de intervención pedagógica y organizativa, de manera que se cumplan los siguientes criterios:

- ✓ Posibilita el acceso remoto tanto a profesores como a alumnos en cualquier momento desde cualquier lugar con conexión a Internet o a redes con protocolo TCP/IP.
- ✓ Utiliza un navegador. Permite a los usuarios acceder a la información a través de navegadores estándares (como Netscape, Internet Explorer, Opera, etc.), utilizando el protocolo de comunicación http.
- ✓ El acceso es independiente de la plataforma o del ordenador personal de cada usuario. Es decir utilizan estándares de manera que la información puede ser visualizada y tratada en las mismas condiciones, con las mismas funciones y con el mismo aspecto en cualquier ordenador.
- ✓ Tiene estructura servidor/cliente. Es decir permite retirar y depositar información.
- ✓ El acceso es restringido y selectivo.
- ✓ Incluye como elemento básico una interfaz gráfica común, con un único punto de acceso, de manera que en ella se integran los diferentes elementos multimedia que constituyen los cursos: texto, gráficos, vídeo, sonidos, animaciones, etc.
- ✓ Utiliza páginas elaboradas con un estándar aceptado por el protocolo http: HTML o XML.
- ✓ Realiza la presentación de la información en formato multimedia. Los formatos HTML o XML permiten presentar la información, además de en hipertexto, pueden utilizarse gráficos, animaciones, audio y vídeo (tanto mediante la transferencia de ficheros como en tiempo real).
- ✓ Permite al usuario acceder a recursos y a cualquier información disponible en Internet. Bien a través de enlaces y las herramientas de navegación que le proporciona el navegador en Internet, bien a través del propio entorno de la plataforma.
- ✓ Permite la actualización y la edición de la información con los medios propios que han de ser sencillos o con los medios estándares de que disponga el usuario. Tanto de las páginas Web como de los documentos depositados.
- ✓ Permite estructurar la información y los espacios en formato hipertextual. De esta manera la información se puede organizar estructurada a través de enlaces y asociaciones de tipo conceptual y funcional, de forma que queden diferenciados distintos espacios.

- ✓ Permita establecer diferentes niveles de usuarios con distintos privilegios de acceso. Debe contemplar al menos: el administrador, que se encarga del mantenimiento del servidor, y de administrar espacios, claves y privilegios; el coordinador o responsable de curso, es el perfil del profesor que diseña, y se responsabiliza del desarrollo del curso, de la coordinación docente y organizativa del curso en la plataforma; los profesores tutores, encargados de la atención de los alumnos, de la elaboración de materiales y de la responsabilidad docente de las materias y los alumnos.

Integrando el conjunto de funciones que debe cumplir un Sistema de Gestión de Aprendizaje según GIOUPM (2007), Castro (2007), Greenberg (2002) y Zapata (2003) con el modelo de calidad ISO 9126 (1991), se realizó la Tabla 12 en donde se exponen las funciones y características mencionadas por los autores y las características del modelo de calidad.

Autor	Funciones y Características de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje	Relación con características de Calidad según ISO 9126 (estándar internacional)
GIOUPM (2007)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Distribución de contenidos ✓ Comunicación y Colaboración ✓ Seguimiento y evaluación ✓ Administración y asignación de permisos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para garantizar la funcionalidad de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, este debe tener las funciones y características mencionadas por los autores antes mencionados. Aunque cada uno tiene su enfoque los aspectos en común son: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribución de contenidos y catálogos ▪ Comunicación y Colaboración ▪ Seguimiento y evaluación ▪ Administración y asignación de permisos ▪ Adherencia a los estándares ▪ Integración con Recursos Humanos ✓ Usabilidad para permitir el entendimiento por parte de los alumnos, profesor y administradores, a través de una interfaz gráfica amigable. ✓ Eficiencia para garantizar la utilización de los recursos y el comportamiento. Debe considerarse el acceso local y el acceso remoto. ✓ Mantenibilidad para garantizar la capacidad a ser modificado o mejorado y actualizado según las nuevas tecnologías, estándares, plataformas ✓ Portabilidad para garantizar la transferencia a nuevas tecnologías que vayan emergiendo, importar y gestionar contenido y cursos de terceros.
Castro (2007)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un catálogo común de cursos en línea. ✓ Sistema común de registro en línea. ✓ Herramientas de evaluación de las habilidades y la competencia. ✓ Sistemas de evaluación del aprendizaje. ✓ Bibliotecas de materiales u objetos de aprendizaje. ✓ Integración de recursos para la gestión del conocimiento. ✓ Información organizacional. ✓ Reportes individualizados. ✓ Espacios de conocimiento y colaboración. 	
Greenberg (2002)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Soportar aprendizaje mixto (blended learning) ✓ Integración de Recursos Humanos ✓ Herramientas de Administración ✓ Integración de Contenido ✓ Adherencia a los estándares ✓ Valoración de Capacidades ✓ Gestión de Habilidades 	
Zapata (2003)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posibilidad de acceso remoto ✓ Utiliza navegador ✓ Acceso independiente de la plataforma ✓ Estructura cliente/servidor ✓ Acceso restringido y selectivo ✓ Interfaz Gráfica común ✓ Presentaciones en formato multimedia ✓ Actualización de la información ✓ Estructurar la información y los espacios en formato hipertextual ✓ Diferentes niveles de acceso 	

Tabla 12. Integración de las funciones y Características de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje y el Modelo de Calidad ISO 9126

Fuente: Elaboración Propia

Con esta integración vamos dando inicio al modelo de calidad objetivo del presente estudio junto con las funciones y características de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

Los aportes GIOUPM, Castro, Greenberg y Zapata relacionados a las funciones y características que debe tener un Sistema de Gestión de Aprendizaje, permiten determinar el propósito, capacidades, principios y funcionalidad de los mismos, lo que permite a las organizaciones e instituciones conocer y entender que ofrecen los Sistema de Gestión de Aprendizaje y ver cuáles se ajustan a sus requerimientos y necesidades.

Sin embargo, es importante resaltar que un Sistema de Gestión de Aprendizaje no se involucra con la creación, reutilización, administración o mantenimiento de los contenidos [Rengarajan, 2001], por tal motivo en la siguiente sección se habla de los Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje, como una variable a considerar en la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

2.3.3. Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje

Los Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje o LCMS (Learning Content Management System) tienen su origen en los CMS (Content Management System) cuyo objetivo es simplificar la creación y la administración de los contenidos en línea, y han sido utilizados principalmente en publicaciones periódicas (artículos, informes, fotografías, etcétera). En la mayoría de los casos lo que hacen los CMS es separar los contenidos de su presentación o estilo en pantalla y también facilitar un mecanismo de trabajo para la gestión de una publicación Web. Los LCMS siguen el concepto básico de los CMS, que es la administración de contenidos, pero enfocados al ámbito educativo, administrando y concentrando únicamente recursos educativos y no todo tipo de información [López, 2005].

En esencia, se define entonces un LCMS (ver Figura 9) como un sistema basado en tecnología Web y que es utilizado para crear, aprobar, publicar, administrar y almacenar recursos educativos (como los objetos de aprendizaje) y cursos en línea [Rengarajan, 2001]. Los principales usuarios son los diseñadores instruccionales que utilizan los contenidos para armar los cursos, los profesores que utilizan los contenidos para complementar su material de clase e incluso los alumnos en algún momento pueden acceder a la herramienta para desarrollar sus tareas o completar sus conocimientos [López, 2005].

El foco de un LCMS es en el contenido de aprendizaje. Este da a los autores, diseñadores instruccionales y expertos en la materia el significado de crear contenido de e-learning más eficientemente. El principal problema que un LCMS soluciona, es crear el suficiente contenido, en el momento oportuno para reunir las necesidades de los aprendices individuales o grupos de aprendices. Más que desarrollar cursos completos y adaptarlos a múltiples audiencias, los diseñadores instruccionales crean trozos de contenido reusable y lo colocan disponibles para los desarrolladores de cursos de las organizaciones. Esto elimina la duplicación de los esfuerzos de desarrollo y permite el rápido ensamblaje en la fabricación de contenido [Greenberg, 2002].

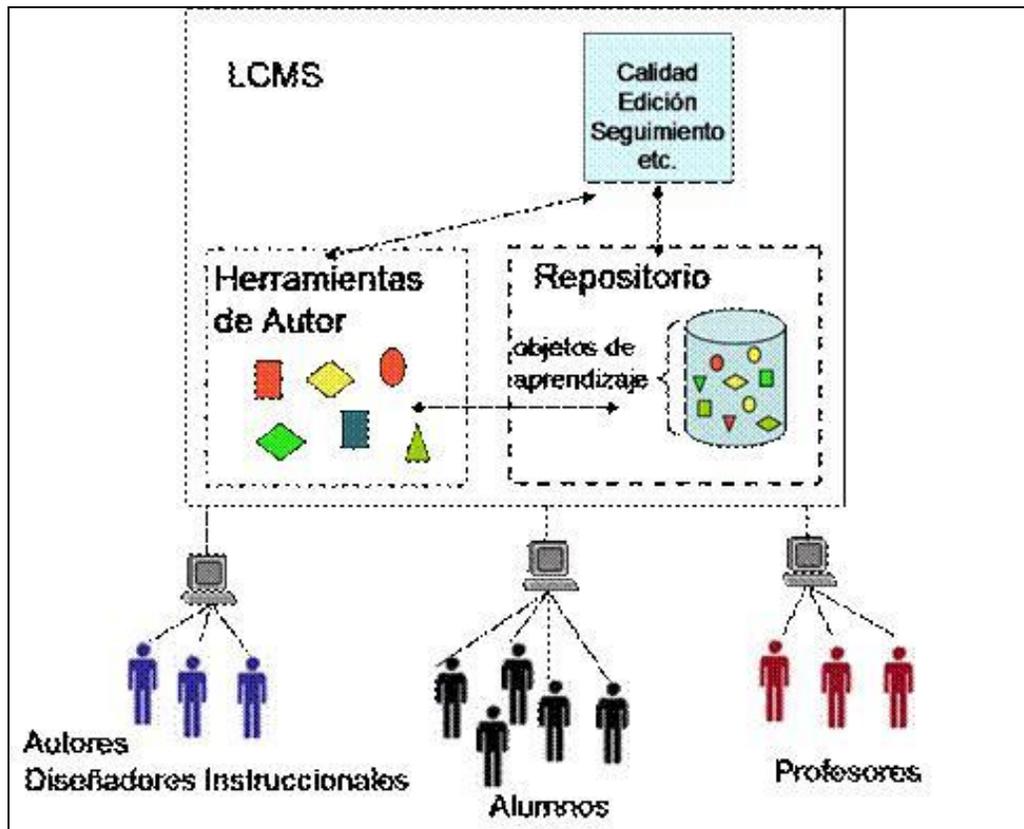


Figura 9. Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje
Fuente: [López, 2005]

Según el GIOUPM (2007) un LCMS es un sistema independiente e integrado con el LMS (Plataforma), que gestiona y administra los contenidos de aprendizaje. Una vez que los contenidos están en este sistema ya pueden ser combinados, asignados a distintos cursos, descargados desde el archivador electrónico, etc.

El LCMS es una plataforma que incorpora la gestión de contenidos para personalizar los recursos a cada alumno. Añaden técnicas de gestión de conocimiento al modelo LMS. Son ambientes estructurados diseñados para que las organizaciones puedan implementar mejor sus procesos y prácticas con el apoyo de cursos, materiales y contenidos en línea. Permiten una creación mucho más eficiente, evita redundancia y permiten administrar también la participación de diversos desarrolladores, expertos colaboradores o instructores que participan en la creación de contenidos. Algunas de sus características son [GIOUPM, 2007]:

- ✓ Se basan en un modelo de "objetos de contenido"
- ✓ El contenido es reutilizable a lo largo de cursos, curriculums y transferible entre organizaciones.
- ✓ El contenido no está ligado a un formato único y se puede publicar en diversos formatos.
- ✓ Los contenidos no están limitados a una serie de controles de navegación.
- ✓ El contenidos se almacena en una base de datos centralizada.

- ✓ Los contenidos pueden localizarse por diversos criterios incluyendo diversos formatos usuarios con perfiles diferentes proporcionando en algunos casos diferente ambiente o manera de visualización.
- ✓ Normalmente incluyen un motor que permite adaptar el contenido a diferentes grupos de usuarios con perfiles diferentes proporcionando en algunos casos diferente ambiente o manera de visualización.

Ahora bien, con los conceptos de los LMS y LCMS en mente, se procede a explicar la integración entre ellos para proveer el e-learning, y dejar clara las funciones de cada uno.

2.3.4. Integración entre los LMS y LCMS

Para Greenberg (2002) un buen LMS provee una infraestructura que permite a las compañías planificar, entregar y gerenciar los programas de aprendizaje en cualquier formato que ellos escojan. Este debe soportar múltiples sistemas de autor y debe fácilmente integrarse con el principal sistema LCMS. En su rol como un catalizador para todo el ambiente de aprendizaje, un LMS puede integrar los objetos de aprendizaje de LCMS vía especificaciones técnicas y estándares y llevar responsablemente toda la gestión de contenido, incluyendo la entrega y el seguimiento, almacenamiento en un repositorio de contenido, ensamblar y reensamblar los objetos de contenido, incorporación de objetos de contenidos dentro de una curricula mixta, y el seguimiento del progreso de los aprendices a través de los cursos.

En la figura 10 se puede visualizar el diagrama publicado en el reporte IDC [IDC, 2001], el cual ilustra como un LMS puede iniciar cursos desarrollados por un LCMS e incorpora mediciones de rendimiento de LCMS en reportes.

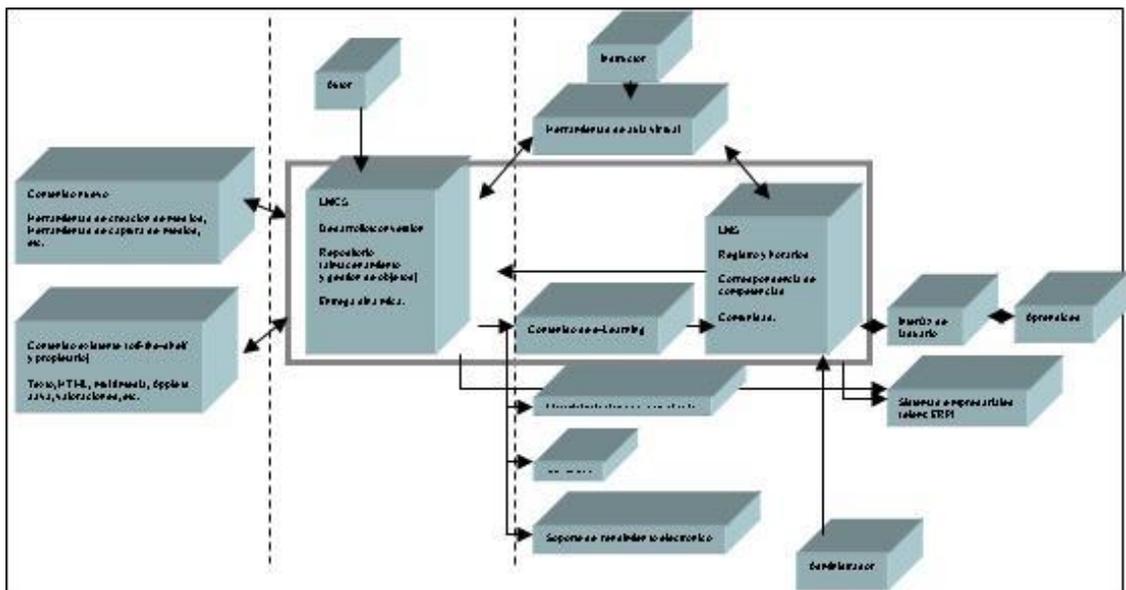


Figura 10. Integración del LMS-LCMS en un ecosistema de aprendizaje
Fuente: [IDC, 2001]

Para que una organización o institución pueda tener una plataforma de e-learning, esta debe tener un LMS y una LCMS, sin embargo, los LCMS no se detallarán en el presente trabajo, ya que no está dentro del alcance.

En conclusión, el marco teórico en esta investigación permite formar los pilares teóricos relacionados con modelos de calidad, e-learning y Sistema de Gestión de Aprendizaje. Estos pilares están basados en componentes, características y marco de trabajo, los cuales apoyarán la formulación del modelo. Con estos conceptos claros y analizados, se procede a desarrollar los antecedentes propuestos para esta investigación.

Capítulo III. Antecedentes

El objetivo de este capítulo es mencionar las propuestas realizadas por otros autores para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, describir el modelo MOSCA (MOdelo Sistémico de CALidad) desarrollado por el LISI (Laboratorio de Investigación de Sistemas de Información de la Universidad Simón Bolívar) para evaluar la calidad de los Sistemas de Información y dar una propuesta general del modelo de la presente investigación. Esto junto a las actividades de investigación documental, permitirán contar con las bases teóricas necesarias para proponer el modelo objeto de estudio de esta investigación.

3.1. Propuestas de evaluaciones ya realizadas para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje

Para las organizaciones e instituciones es importante realizar la correcta selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, según los requerimientos y el presupuesto; sin embargo, esta actividad es compleja, ya que en el mercado hay gran cantidad de Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

Según Rosenberg (2002) la clave consiste en seleccionar un sistema adecuado para la empresa o institución tomando en cuenta su tamaño, despliegue, presupuesto, sofisticación, etc.

Actualmente se encuentra documentación e investigaciones que proponen como evaluar un Sistema de Gestión de Aprendizaje; sin embargo, las propuestas de De Benito, Brockbank, Zapata y Commonwealth of Learning son las mencionadas por esta investigación, debido a que son las que tienen más información y, adicionalmente, han sido usadas por otras investigaciones.

3.1.1. Metodología propuesta por De Benito (2000)

Bárbara de Benito [De Benito, 2000] menciona una posible distribución de las utilidades a evaluar en un Sistema de Gestión de Aprendizaje desde el punto de vista de su función. Esto se puede visualizar en la Tabla 13.

Función	Utilidades
Comunicación / información compartida / trabajo cooperativo	Correo electrónico Ficheros adjuntos Repositorios de ficheros Audiokonferencia Chat Pizarra compartida Navegación cooperativa Videoconferencia Transferencia de ficheros Bookmarks Marcadores/favoritos Espacios de trabajo en grupo
Administración docente	Permisos de inscripción de los alumnos Gestión de alumnos Elaboración de fichas y de listas Privilegios de acceso/seguridad Consulta expediente académico

Gestión / desarrollo del curso / evaluación	Seguimiento y progreso de los alumnos Informes y estadísticas Calendario Gestión y edición de pruebas y de ejercicios y evaluación y autoevaluación Diseño del curso Portafolio
Interacción / contenidos de aprendizaje	Anotaciones Notificación automática de cambios Referencias Bases de datos Creación de materiales Índices alfabéticos Creación de itinerarios Indexación Glosario Interconexión entre utilidades

Tabla 13. Funciones de un Sistemas de Gestión de Aprendizaje
Fuente: [De Benito, 2000]

3.1.2. Metodología propuesta por Brockbank (2003)

Antes de seleccionar el Sistema de Gestión de Aprendizaje correcto para una organización, Brockbank [Brockbank, 2003] propone considerar lo siguiente:

- ✓ Analizar la organización actual de adiestramiento y ambiente de aprendizaje, compromiso, tecnología y recursos.
- ✓ Determinar las necesidades que deben ser encontradas por un Sistema de Gestión de Aprendizaje.
- ✓ ¿Qué entrenamiento de IT existente (herramientas, contenido, etc.) se necesitará para ser integrado en el Sistema de Gestión de Aprendizaje?
- ✓ ¿Cuál es la planificación para el despliegue del Sistema de Gestión de Aprendizaje?

3.1.3. Metodología propuesta por Zapata (2003)

Zapata realizó una lista de elementos e indicadores en una propuesta de evaluación y de gestión de calidad de plataformas de Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

El trabajo se centro en las dimensiones y los elementos que deben constituir una herramienta de evaluación de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, considerando las siguientes categorías [Zapata, 2003]:

- ✓ Características básicas: son consideradas las características básicas y sin las cuáles un Sistema de Gestión de Aprendizaje no podría ser considerado como tal, estas son:
 - Herramienta informática y telemática organizada en función de unos objetivos formativos que se puedan conseguir exclusivamente a través de ella y de unos principios de intervención psicopedagógica y organizativos claros, explícitos y conocidos por el usuario.
 - Posibilita el acceso remoto tanto a profesores como alumnos en cualquier momento, desde cualquier lugar, mediante conexión a Internet o a redes con protocolo TCP/IP.
 - Utiliza un navegador. Permite a los usuarios acceder a la información a través de navegadores estándares, utilizando el protocolo de comunicación http.

- El acceso es independiente a la plataforma o del ordenador personal de cada usuario. Es decir utilizan estándares de manera que la información puede ser visualizada y tratada en las mismas condiciones, con las mismas funciones y con el mismo aspecto en cualquier ordenador.
- Tiene estructura cliente/servidor. Es decir permite a los usuarios retirar y depositar información.
- El acceso es restringido y selectivo.
- Incluye como elemento básico una interfaz gráfica común, con un único punto de acceso, de manera que en ella se integran los diferentes elementos multimedia que constituyen los cursos: texto, gráficos, video, sonidos, animaciones, etc.
- Utiliza páginas elaboradas con un estándar aceptado por el protocolo http: HTML o XML.
- Realiza la presentación de la información en formato multimedia. Los formatos HTML o XML permiten presentar la información, además de en hipertexto, pueden utilizarse gráficos, animaciones, audio y video (tanto mediante la transferencia de ficheros como en tiempo real).
- Permite al usuario acceder a recursos y a cualquier información disponible en Internet. Bien a través de enlaces y a las herramientas de navegación que le proporciona el navegador en Internet, bien a través del propio entorno de la plataforma.
- Permite la actualización y la edición de la información con los medios propios que han de ser sencillos o con los medios estándares de que disponga el usuario. Tanto de las páginas Web como de los documentos depositados.
- Tiene estructura la información y los espacios, en formato hipertextual, de manera que la información esté organizada y estructurada a través de enlaces y asociaciones de tipo conceptual y funcional, de tal forma que queden diferenciados distintos espacios, con nombres propios, y que sea percible por los usuarios.
- Permite establecer diferentes niveles de usuarios con distintos privilegios de acceso.
- Contempla al menos los siguientes perfiles: el administrador que se encarga del mantenimiento del servidor, y de administrar espacios, claves y privilegios; el coordinador o responsable del curso, es el perfil del profesor que diseña, y se responsabiliza del desarrollo del curso, de la coordinación docente y organizativa del curso en la plataforma; los profesores tutores, encargados de la atención de los alumnos, de la elaboración de materiales y de las responsabilidades como docente de las materias; y los alumnos.
- ✓ Metadatos: La Metainformación (la metadata o los metadatos, que es indistintamente como se conocen) es la información de referencia sobre un objeto de información, sea éste físico o digital.
- ✓ Utilidades que generan ambientes de comunicación y de trabajo: las utilidades que se distinguen son: mensajería, lista o grupos de correo, foro asíncronos, foros síncronos (chats), repositorio de documentos, listas de enlaces y bookmarks, editor de documentos y guías didácticas.
- ✓ Funciones formativas que permiten desarrollar el Sistema de Gestión de Aprendizaje: este aspecto contempla: propuesta de itinerario formativo, propuesta de guía curricular, apoyo en la formación y seguimiento del progreso del estudiante.

- ✓ Roles que se identifican: alumno, tutor personal, tutor de aprendizaje, profesor responsable o titular de materia, coordinador, administrador, especialista en elaboración de material educativo multimedia, colaborador remoto, en sedes locales y evaluador u observador externo.
- ✓ Evaluación sobre la intervención psicopedagógica del sistema que soporta.

3.1.4. Metodología propuesta por el Commonwealth of Learning (2004)

Esta metodología es denominada *LMS Evaluation Tool User Guide*, la cual evalúa los Sistemas de Gestión de Aprendizaje según cuatro pasos [Commonwealth, 2004]:

- ✓ Registrar el Sistema de Gestión de Aprendizaje: Es el área en la cual se listan y se provee información de cada uno de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje candidatos para la evaluación.
- ✓ Completar criterios generales:
 - Costo de propiedad
 - Mantenibilidad
 - Usabilidad y Soporte
 - Adopción de usuarios
 - Amplitud: este criterio es usado solo para los Sistemas software libre
 - Uso de estándares: tales como SCORM, IMS, OKI y AICC
 - Capacidad de Integración
 - Integración con los datos de los objetos de aprendizaje
 - Confiabilidad y efectividad
 - Escalabilidad
 - Seguridad
 - Consideraciones de Hardware y software
 - Soporte Multilenguaje
- ✓ Evaluar las funcionalidades del producto: Permite evaluar e investigar características específicas de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje. Las características que son incluidas son:
 - Administración
 - Seguridad
 - Acceso
 - Integración con otros sistemas
 - Diseño de Cursos, desarrollo e integración
 - Monitoreo de los cursos
 - Diseño de valoración
 - Colaboración en-línea y comunicación
 - Herramientas del producto
- ✓ Completar la hoja de resultados totales, que arrojan las evaluaciones anteriores.

Los aportes de De Benito, Brockbank, Zapata y el Commonwealth of Learning son imprescindibles para esta investigación ya que ayudan a enfocar la creación del modelo de calidad en función de:

- ✓ Aspectos a considerar en una organización para la evaluación de Sistema de Gestión de Aprendizaje.
- ✓ Dimensiones, elementos, criterios y características que deben constituir una herramienta de evaluación de Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

Adicionalmente es importante acotar, que los estudios de estos autores están relacionados a investigaciones para permitir a las organizaciones e instituciones seleccionar Sistemas de Gestión de Aprendizaje; sin embargo, solo la metodología propuesta por Commonwealth, menciona características de calidad, como mantenibilidad, usabilidad, escalabilidad, efectividad y funcionalidad, mencionadas por el modelo de calidad ISO 9126. Faltaría considerar la característica fiabilidad.

Es objetivo de esta investigación es proponer un modelo instanciado en características de calidad, en donde una de las más importante a evaluar será la Funcionalidad, ya que esta permite determinar si el Sistema de Gestión de Aprendizaje cumplirá con las necesidades para lo cual va a ser adquirido.

Sin embargo, la lista de características que debe poseer un Sistemas de Gestión de Aprendizaje, debe estar apoyada además, por características de calidad, por lo que la presente investigación se apoyará en Modelo Sistémico de Calidad MOSCA [Mendoza et al., 2005], desarrollado por el LISI.

3.2. Modelo sistémico de Calidad (MOSCA)

En esta sección se describe el Modelo Sistémico de Calidad propuesto por el Laboratorio de Investigación de Sistemas de Información y el algoritmo de aplicación de MOSCA, el cuál se aplicará para la propuesta de la presente investigación.

3.2.1. Modelo sistémico de Calidad (MOSCA)

El Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) [Mendoza et al., 2005] busca integrar los modelos de calidad del producto y del proceso basándose en la concepción de calidad sistémica, que integra el modelo de Calidad del Producto y el modelo de Calidad del Proceso, y está soportado por los conceptos de la Calidad Total Sistémica de Callaos y Callaos.

El Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA), se denomina de esa manera porque es capaz de estimar la calidad sistémica en el desarrollo de software dentro de una organización. Para esto, el modelo estima tanto la calidad del producto de software como la calidad de proceso de desarrollo del mismo tomando en cuenta la matriz global de la calidad sistémica [Mendoza et al., 2001].

En la Figura 11 se muestra un diagrama con los distintos niveles que maneja el Modelo MOSCA, el cual consta de cuatro niveles [Mendoza et al., 2005]:

Nivel 0: Dimensiones. Aspectos Internos del proceso, Aspectos Contextuales del proceso, Aspectos Internos del producto y Aspectos Contextuales del producto son las cuatro dimensiones propuestas en el prototipo de modelo. Sólo un balance y una buena interrelación entre ellas garantizan la calidad Sistémica global de una organización.

Nivel 1: Categorías. Se contemplan once (11) categorías: seis (6) pertenecientes al producto (ver Tabla 14) y las otras cinco (5) al proceso de desarrollo (ver Tabla 15). Esta división no implica un desligamiento entre ellas, simplemente se realiza para identificar a que sector o sub-modelo pertenecen.

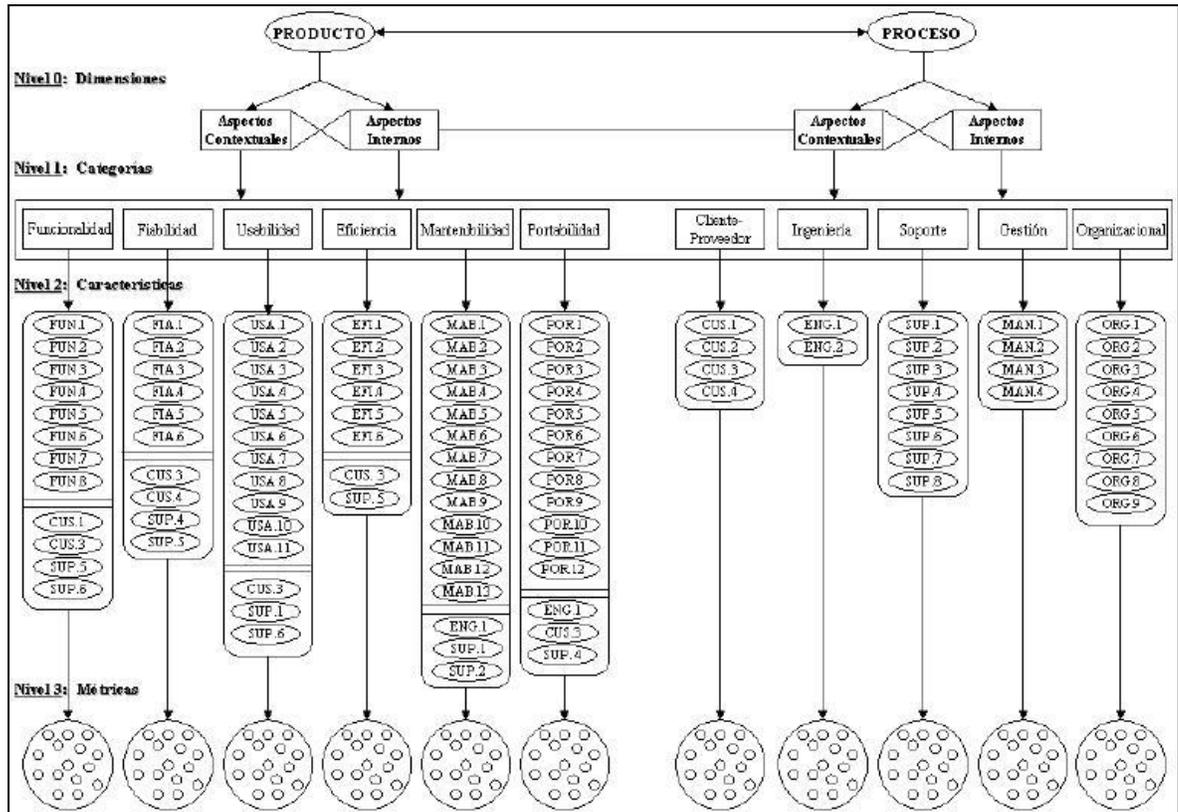


Figura 11. Diagrama de MOSCA
Fuente: [Mendoza et. al, 2005]

Categoría del Producto	Definición
Funcionalidad (FUN)	Capacidad del producto del software para proveer funciones que cumplan con necesidades específicas o implícitas, cuando el software es utilizado bajo ciertas condiciones.
Fiabilidad (FIA)	Capacidad del producto de software para mantener un nivel especificado de rendimiento cuando es utilizado bajo condiciones especificadas.
Usabilidad (USA)	Capacidad del producto de software para ser atractivo, entendido, aprendido y utilizado por el usuario bajo condiciones específicas.
Eficiencia (EFI)	Capacidad del producto de software para proveer un rendimiento apropiado, relativo a la cantidad de recursos utilizado, bajo condiciones específicas.
Mantenibilidad (MAB)	Capacidad del producto para ser modificado.
Portabilidad (POR)	Capacidad del producto de software para ser transferido de un ambiente a otro.

Tabla 14. Categorías del sub-modelo del producto
Fuente: [Mendoza et. al, 2005]

Categoría del Proceso	Definición
Cliente – Proveedor (CUS)	Esta conformada por procesos que impactan directamente al cliente, apoya el desarrollo y la transición del Software hasta el cliente, y provee la correcta operación y uso del producto o servicio de software.
Ingeniería (ENG)	Consiste en procesos que directamente especifican, implementan o mantienen el producto de software, su relación con el Sistema y su documentación.
Soporte (SUP)	Consta de procesos que pueden ser empleados por cualquiera de los procesos (incluyendo a los de soporte) en varios niveles del ciclo de vida de adquisición.
Gestión (MAN)	Abarca los procesos que contienen prácticas genéricas, que pueden ser utilizadas por cualquier personal que dirija algún tipo de proyecto o proceso.
Organizacional (ORG)	Agrupar los procesos que establecen las metas comerciales de la organización y desarrollan bienes (valores) de proceso, producto y recurso, que ayudarán a la organización a alcanzar sus metas en los proyectos.

Tabla 15. Categorías del sub-modelo del proceso
Fuente: [Mendoza et al., 2005]

Nivel 2: Características. Cada categoría tiene asociado un conjunto de características, las cuales definen las áreas claves a satisfacer para lograr, asegurar y controlar la calidad tanto en el producto, proceso y humana. Entre las características asociadas a cada categoría del producto, se proponen una serie de características del proceso. Esto se debe, a que algunas características de la calidad del proceso, impactan directamente en las categorías del producto al igual que ciertas características de la calidad del producto definen categorías del proceso. Esto ayuda a precisar que si una vez medidas las características asociadas a una categoría en particular del producto, arroja resultados no deseados, se pueden analizar las características de la calidad del proceso asociadas a esa categoría del producto para encontrar las posibles causas.

En las tabla 16 y 17 se muestran todas las características del modelo, agrupadas por cada una de las dimensiones de la Matriz Global Sistémica y acompañadas con la clave única que las identifica.

Categoría	Características	
	Aspectos Contextuales del Producto	Aspectos Internos del Producto
Funcionalidad (FUN) Total de métricas: 46	FUN 1. Ajuste a los propósitos (16) FUN 2. Precisión (10) FUN 3. Interoperabilidad (7) FUN 4. Seguridad (2) Sub-total de métricas: 35	FUN 5. Correctitud (8) FUN 6. Estructurado (1) FUN 7. Encapsulado (1) FUN 8. Especificado (1) Sub-total de métricas: 11
Fiabilidad (FIA) Total de métricas: 32	FIA 1. Madurez (17) FIA 2. Tolerancia a Fallas (1) FIA 3. Recuperación (4) Sub-total de métricas: 22	FIA 4. Correctitud (8) FIA 5. Estructurado (1) FIA 6. Encapsulado (1) Sub-total de métricas: 10
Usabilidad (USA) Total de métricas: 38	USA 1. Facilidad de Comprensión (5) USA 2. Capacidad de Aprendizaje (9) USA 3. Interfaz Gráfica (5) USA 4. Operabilidad (13) USA 5. Conformidad con los estándares Sub-total de métricas: 32	USA 6. Completo (1) USA 7. Consistente (1) USA 8. Efectivo (1) USA 9. Especificado USA 10. Documentado USA 11. Auto-descriptivo Sub-total de métricas: 6

Eficiencia (EFI) Total de métricas: 10	EFI 1. Comportamiento del tiempo (2) EFI 2. Utilización de recursos (4)	EFI 3. Efectivo (1) EFI 4. No redundante (1) EFI 5. Directo (1) EFI 6. Utilizado (1)
	Sub-total de métricas: 6	Sub-total de métricas: 4
Mantenibilidad (MAB) Total de métricas: 79	MAB 1. Capacidad de análisis (2) MAB 2. Facilidad de cambio (7) MAB 3. Estabilidad (4) MAB 4. Capacidad de prueba (3)	MAB 5. Acoplamiento (1) MAB 6. Cohesión (1) MAB 7. Encapsulado (1) MAB 8. Madurez del software (17) MAB 9. Estructura de control (4) MAB 10. Estructura de Información (9) MAB 11. Descriptivo (14) MAB 12. Correctitud (8) MAB 13. Estructural (5) MAB 14. Modularidad (3)
	Sub-total de métricas: 16	Sub-total de métricas: 63
Portabilidad (POR) Total de métricas: 44	POR 1. Adaptabilidad (9) POR 2. Capacidad de instalación (4) POR 3. Co-existencia (2) POR 4. Capacidad de reemplazo (2)	POR 5. Consistencia (1) POR 6. Parametrizado (3) POR 7. Encapsulado (1) POR 8. Cohesivo (1) POR 9. Especificado (1) POR 10. Documentado (1) POR 11. Auto-descriptivo (1) POR 12. No redundante (1) POR 13. Auditoria (6) POR 14. Manejo de la calidad (3)
	Sub-total de métricas: 17	Sub-total de métricas: 19

Tabla 16. Distribución de las Características y métricas para medir la Calidad Sistemática del Producto de Software
Fuente: [Mendoza et al., 2005]

Categoría	Características	
	Aspectos Contextuales del Proceso	Aspectos Internos del Proceso
Cliente-Proveedor (CUS) Total de métricas: 57	CUS 1. Adquisición del Sistema o producto de Software (24) CUS 3. Determinación de Requerimientos (20)	CUS 2. Suministro (8) CUS 4. Operación (5)
	Sub-total de métricas: 44	Sub-total de métricas: 13
Ingeniería (ENG) Total de métricas: 29	ENG 1. Desarrollo (12)	ENG 2. Mantenimiento de Software y Sistemas (17)
	Sub-total de métricas: 12	Sub-total de métricas: 17
Soporte (SUP) Total de métricas: 130	SUP 3. Aseguramiento de Calidad (17) SUP 6. Revisión Conjunta (14) SUP 7. Auditoria (15) SUP 8. Resolución de problemas (11)	SUP 1. Documentación (9) SUP 2. Gestión de Configuración (12) SUP 4. Verificación (6) SUP 5. Validación (6) SUP 6. Revisión Conjunta (14) SUP 7. Auditoria (15) SUP 8. Resolución de problemas (11)
	Sub-total de métricas: 57	Sub-total de métricas: 73
Gestión (MAN) Total de métricas: 91	MAN 1. Gestión (14) MAN 3. Gestión de Calidad (10) MAN 4. Gestión del Riesgo (12)	MAN 1. Gestión (14) MAN 2. Gestión de Proyecto (19) MAN 3. Gestión de Calidad (10) MAN 4. Gestión del Riesgo (12)
	Sub-total de métricas: 36	Sub-total de métricas: 55
Organizacional (ORG) Total de métricas: 123	ORG 1. Lineam. Organizacionales (14) ORG 2. Gestión del Cambio (10) ORG 5. Mejoramiento del Proceso (16) ORG 8. Medición (11) ORG 9. Reuso (12)	ORG 3. Establecimiento del Proceso (11) ORG 4. Evaluación del Proceso (9) ORG 5. Mejoramiento del Proceso (16) ORG 6. Gestión de RRHH (16) ORG 7. Infraestructura (8)
	Sub-total de métricas: 63	Sub-total de métricas: 6

Tabla 17. Distribución de las Características y métricas para medir la Calidad Sistemática del Proceso de Desarrollo
Fuente: [Mendoza et al., 2005]

Nivel 3: Métricas

Para cada característica se propone una serie de métricas utilizadas para medir la calidad sistémica. La cantidad de métricas asociadas a cada una de las características que conforman MOSCA es 807.

El Modelo MOSCA proporcionará a la presente investigación las bases para el diseño del modelo, apoyándose en sus niveles: dimensiones, categorías, características y métricas.

Adicionalmente el Modelo MOSCA propone un algoritmo para la aplicación del mismo, el cuál guiará la presente investigación.

3.2.2. Algoritmo de Aplicación del Modelo MOSCA

En la Figura 12 se explican los pasos a seguir para medir la calidad sistémica dentro de una organización a través del modelo MOSCA. Según el modelo primero se debe medir la calidad del producto de software y después la calidad del proceso de desarrollo del mismo [Mendoza et al., 2005].

Según la Figura 12, siempre y en todos los casos se debe medir primero la categoría Funcionalidad del producto. Si cumple con todas las características necesarias que se proponen para esta categoría, entonces se debe proceder a adaptar el sub-modelo del producto según las especificaciones de cliente. Si el producto no cumple con la categoría Funcionalidad, la evaluación finaliza; es decir, el resto del sub-modelo de producto y el sub-modelo del proceso no deberá ser evaluado. Esto se debe a que la categoría Funcionalidad es la más importante dentro de la medición de la calidad, ya que identifica la capacidad del mismo para cumplir las funciones para las que fue fabricado. Además, como aporte importante, se brinda al cliente las causas del por qué la Funcionalidad no pudo ser satisfecha y si el nivel de calidad resultó ser nulo [Mendoza et al., 2005].

Para poder medir la calidad del producto de software se presenta la Tabla 18, en la cual se relacionan el nivel de calidad con las categorías satisfechas. En este punto es preciso recordar que si no se satisface la categoría Funcionalidad el algoritmo finaliza y la calidad del producto de software será nula [Mendoza et al., 2005].

Funcionalidad	Segunda categoría evaluada	Tercera categoría evaluada	Nivel de calidad del producto de software
<i>Satisfecha</i>	<i>No Satisfecha</i>	<i>No Satisfecha</i>	<i>Básico</i>
<i>Satisfecha</i>	<i>Satisfecha</i>	<i>No Satisfecha</i>	<i>Intermedio</i>
<i>Satisfecha</i>	<i>No Satisfecha</i>	<i>Satisfecha</i>	<i>Intermedio</i>
<i>Satisfecha</i>	<i>Satisfecha</i>	<i>Satisfecha</i>	<i>Avanzado</i>

Tabla 18. Nivel de calidad del producto con respecto a las categorías satisfechas para el producto
Fuente: [Mendoza et al., 2005]

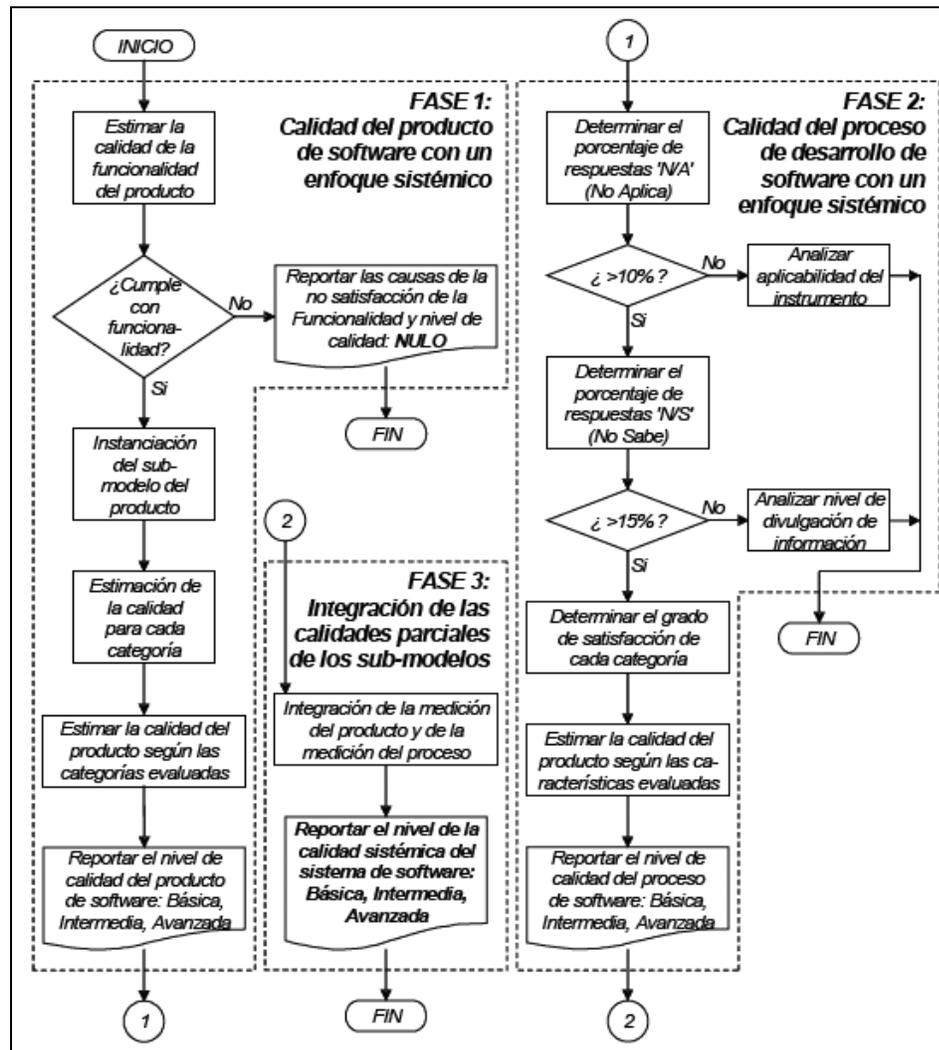


Figura 12. Algoritmo de Aplicación de MOSCA
Fuente: [Mendoza et al., 2005]

Una vez terminada la evaluación del producto y sólo en caso de que se obtenga al menos un nivel de calidad básica, se procederá a medir la calidad del proceso a través del sub-modelo del mismo. Partiendo de las categorías evaluadas en el sub-modelo del Proceso, se estima la calidad de este según las categorías satisfechas [Mendoza et al., 2005]:

- Calidad Básica: Es la mínima calidad requerida. Se satisfacen las características: Cliente-Proveedor e Ingeniería.
- Calidad Intermedia: Esta no sólo satisface las características de Calidad Básica, sino que, además, satisface las características de Soporte y Gestión.
- Calidad Avanzada: Satisface todas las características.

Por último, se debe realizar una “integración” de la medición del producto y de la medición del proceso para obtener la medición de la calidad sistémica. Los niveles de calidad sistémica se proponen en la Tabla 19 [Mendoza et al., 2005]:

Nivel de Calidad Producto	Nivel de Calidad Proceso	Calidad Sistémica
Básico	-	Nulo
Básico	Básico	Básico
Intermedio	-	Nulo
Intermedio	Básico	Básico
Avanzado	-	Nulo
Avanzado	Básico	Intermedio
Básico	Intermedio	Básico
Intermedio	Intermedio	Intermedio
Avanzado	Intermedio	Intermedio
Básico	Avanzado	Intermedio
Intermedio	Avanzado	Intermedio
Avanzado	Avanzado	Avanzado

Tabla 19. Nivel de Calidad Sistémica Global a partir del nivel de Calidad del Producto y el nivel de Calidad del Proceso

Fuente: [Mendoza et al., 2005]

Como se puede observar en la Tabla 19, esta propuesta obedece a la necesidad de mantener un equilibrio entre las distintas dimensiones de la Calidad de los Sistemas de Información; es por ello que, la Calidad del Producto de Software tiene igual peso que la Calidad del Proceso de Desarrollo de Software. Se considera que la aplicación del modelo permitirá ajustar con mayor precisión este "equilibrio". Finalmente, se tiene que la integración de las medidas de calidad de los sub-modelos mide la calidad sistémica como una balanza; es decir, si el nivel de calidad de uno de los sub-modelos es menor que el nivel de otro sub-modelo, entonces la balanza no estará estable y por ello se inclinará hacia el nivel de menor calidad. Esto se debe a la sencilla razón de que si la Calidad del Producto de Software o la Calidad del Proceso de Desarrollo no cumplen con las características necesarias para tener un nivel más alto de calidad, implicará que la calidad sistémica tampoco cumpla con las características necesarias para tener un nivel de calidad superior [Mendoza et al., 2005].

En la siguiente sección se explicará de manera general el aporte que el Modelo MOSCA y las investigaciones de los autores mencionados, para la formulación del Modelo de Calidad de la presente investigación.

3.3. Modelo sistémico de Calidad (MOSCA) – Propuesta

Después de analizado el Modelo MOSCA, se requiere que se de una propuesta de la aplicación del mismo para los Sistemas de Gestión de Aprendizaje. Por tal motivo el objetivo de esta sección es dar a conocer los aspectos propuestos por MOSCA, que esta investigación tomará para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

Por otro lado, se consideraron las investigaciones realizadas y los aportes propuestos por los autores: De Benito, Brockbank, Zapata y Commonwealth of Learning, para apoyar el modelo en la selección de las categorías, características y métricas.

A continuación los aspectos que se consideran para la presentación investigación.

Del autor De Benito se consideran las funciones de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje:

- Comunicación/información compartida/trabajo cooperativo

- Administración docente
- Gestión/desarrollo del curso/evaluación
- Interacción/contenidos de aprendizaje

Y dentro de las funciones que propone De Benito, también se consideran las utilidades que estos deben tener para proveer dicha función, tales como: correo electrónico, audioconferencia, Chat, entre otros.

El aporte de Brockbank a la presente investigación está relacionado con: la determinación de las necesidades que deben ser encontradas en un Sistema de Gestión de Aprendizaje. Esto indica que las organizaciones que vayan a evaluar un Sistema de Gestión de Aprendizaje deben tener en mente los objetivos que quieren alcanzar con el Sistema de Gestión de Aprendizaje.

Por su parte Zapata menciona los elementos que él considera que debe constituir una herramienta de evaluación, estas son: características básicas, metadatos, utilidades que generan ambientes de comunicación y de trabajo, las funciones que permite y roles que identifica.

La Commonwealth of Learning menciona criterios generales, tales como: mantenibilidad, usabilidad, soporte, uso de estándares, funcionalidades del producto, seguridad, administración, entre otros.

Adicionalmente, se consideran las funciones que debe poseer un Sistema de Gestión de Aprendizaje, según el Grupo de Ingeniería de Organización (GIOUPM), estas son: distribución de contenidos, comunicación y colaboración, seguimiento y evaluación y administración y asignación de permisos.

Los aspectos mencionados anteriormente, apoyaron los criterios de selección relacionados a un Sistema de Gestión de Aprendizaje. Adicionalmente, se requieren mencionar los aspectos de calidad que se usaron, según el Modelo MOSCA.

MOSCA contiene 2 submodelos (Producto y Proceso), sin embargo para esta propuesta se usó la dimensión Producto, debido a que el Sistema de Gestión de Aprendizaje a evaluar ya está elaborado. Se descartó la dimensión: Proceso, debido a que no se tiene información ni documentación del desarrollo del producto.

El modelo que se propone en la presente investigación proveerá a los evaluadores, la lista de características que debe poseer un Sistema de Gestión de Aprendizaje, basado en un modelo de calidad.

Es importante destacar que los antecedentes nos orientaron en los aspectos relevantes mencionados por otros autores y nos permitirán proponer mejoras, conociendo ya los componentes, características y funciones de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje. El modelo MOSCA proveyó de los aspectos necesarios para garantizar la calidad sistémica del modelo, a través de un modelo de evaluación y un algoritmo.

Una vez culminada la presentación de las propuestas de varios autores para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, del Modelo MOSCA y de la propuesta para la selección

de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, basada en el Modelo MOSCA, se puede decir que ya se tienen los pilares teóricos y los antecedentes requeridos para la elaboración del modelo.

A continuación se presente el Marco Metodológico por el cuál se regirá la presente investigación.

Capítulo IV. Marco Metodológico

Este capítulo tiene como objetivo principal especificar el framework metodológico de Pérez y sus colegas [Pérez et al., 2004], utilizado para la realización de esta investigación. Posteriormente se presenta el enfoque basado en Objetivos, Preguntas y Métricas (GQM) que se utilizará para la elaboración de las métricas que formarán parte de la instanciación de MOSCA para Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

4.1. Framework Metodológico

Para lograr el diseño de la instanciación de MOSCA para Sistemas de Gestión de Aprendizaje se utiliza el Framework Metodológico del LISI, el cual se inspira en el método Investigación Acción y utiliza la metodología DESMET para la fase de evaluación.

La adecuación de Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) para evaluar Sistema de Gestión de Aprendizaje, se encuentra orientada hacia el estudio de un Sistema de Actividad Humana, debido a que este modelo debe tomar en cuenta a los clientes y usuarios. Este tipo de sistemas, según Checkland “consiste en un número de actividades conectadas como resultado de algún principio de coherencia” [Checkland, 1993]. Para este mismo autor, estos sistemas son complejos, multivariables y poseen fenómenos del mundo real que no pueden ser pasados por alto. El método investigación acción está orientado a atacar este tipo de problemas en los que el componente humano juega un papel crucial.

Susman y Evered (1978) por su parte proponen una descripción de investigación acción, en la cual se detalla un proceso cíclico compuesto por cinco fases (Diagnosticar, Planificar la acción, Tomar la acción, Evaluar y Especificar el aprendizaje) [Susman et. al., 1978]. Baskerville (1999) identifica cinco fases que interactúan entre sí, como se muestra en la Tabla 20 [Baskerville, 1999].

Fase	Acciones
Diagnosticar	Corresponde a la identificación de los principales problemas que atañen a la organización y que motivan su deseo de cambiar. Envuelve todo lo referente a la interpretación del problema complejo de la organización de forma holística.
Planificar la Acción	Esta actividad especifica las acciones organizacionales que deberían tomarse para relevar o mejorar los problemas detectados al diagnosticar. El descubrimiento de los planes de acción es guiado por el marco teórico, el cual indica el estado futuro deseado por la organización, y los cambios requeridos para alcanzar ese estado. El plan establece el objetivo del cambio y el enfoque para cambiar.
Tomar la acción	Implementa el plan de acción. Los investigadores y participantes colaboran en la intervención activa dentro de la organización cliente, provocando ciertos cambios. Diversas estrategias de intervención pueden ser adoptadas: directiva (los investigadores dirigen el cambio), no directiva y táctica.
Evaluar	Una vez completadas las acciones, los investigadores y demás participantes evalúan las salidas. La evaluación incluye determinar si los efectos teóricos de la acción fueron alcanzados, y si estos efectos relevaron a los problemas. Si los cambios fueron exitosos, la evaluación se pregunta si los cambios propuestos fueron los únicos causantes de este éxito. Si los cambios no fueron exitosos, es necesario establecer un marco para la próxima iteración del ciclo de investigación acción.
Especificar el aprendizaje	A partir del resultado de la evaluación, los investigadores especifican el conocimiento adquirido.

Tabla 20. Fases del Método Investigación Acción
Fuente: [Baskerville, 1999]

Dada la naturaleza empírica de la fase de Evaluación del Método Investigación Acción, es necesario reforzarla con otras metodologías como DESMET, la cual según Kitchenham [Kitchenham, 1996], ayuda al evaluador de una organización a planificar y a ejecutar la evaluación de manera imparcial y fiable.

El *Framework* Metodológico consta de 11 pasos o actividades agrupadas en 5 grandes fases, que se corresponden con las fases del Método Investigación Acción descrito anteriormente. La Figura 13 ilustra la adaptación del *Framework* Metodológico del LISI a la presente investigación.

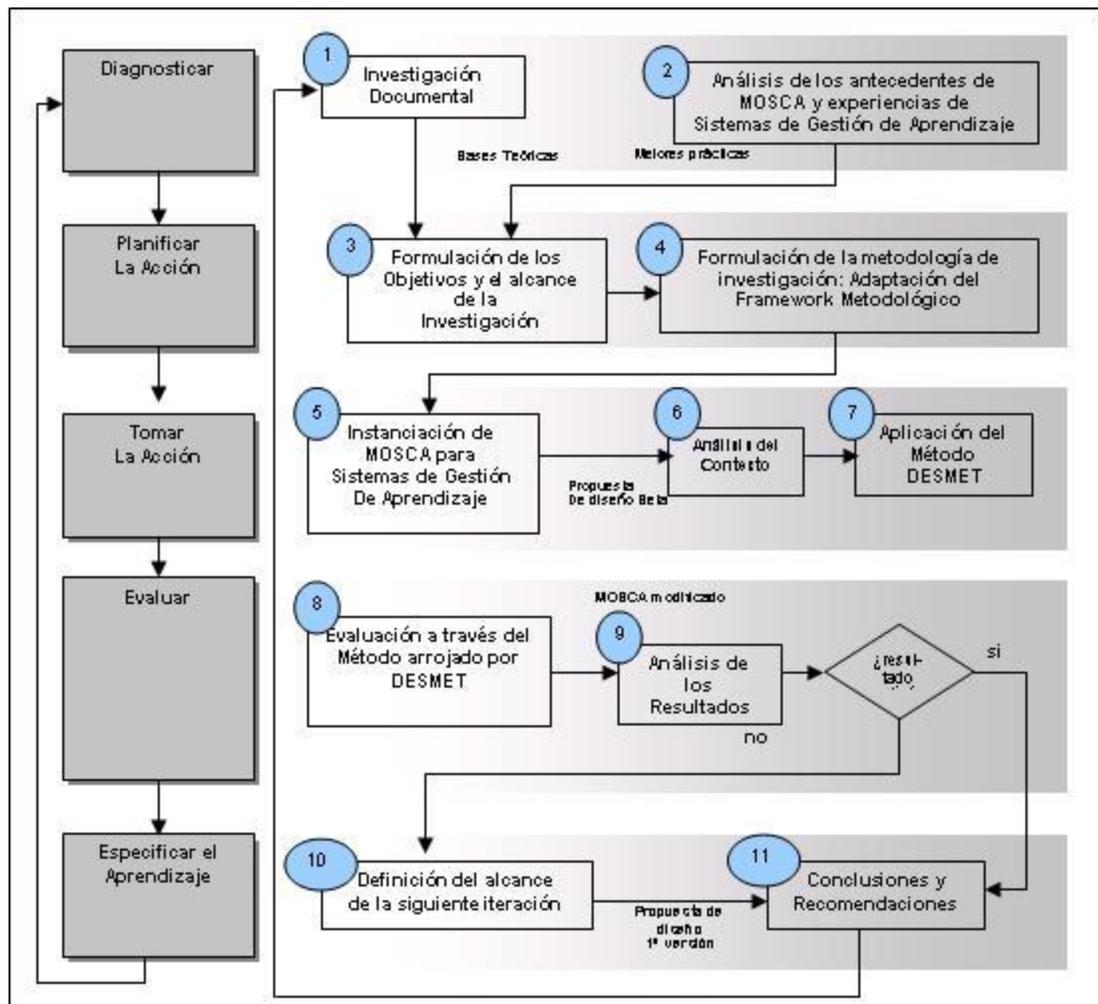


Figura 13. Framework Metodológico para el trabajo de grado.
Fuente: Adaptado de Pérez et al., (2004)

El *Framework* metodológico para el trabajo de grado establece la secuencia y las principales salidas de las actividades a realizar. En la Tabla 21 se muestra el objetivo y una breve descripción de cada actividad.

Actividad	Descripción
1. Investigación documental	Etapa de la fase de Diagnosticar, consiste en la revisión del material bibliográfico relacionado con la definición, los componentes, las características y estándares de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje. El objetivo es concretar un marco conceptual que soporte el trabajo de investigación. El resultado de esta actividad fue presentado en el Capítulo II (Marco Teórico)
2. Análisis de antecedentes de MOSCA y experiencias de evaluación de Sistemas de Gestión de Aprendizaje	Etapa de la fase de Diagnosticar, consiste en la descomposición de MOSCA y sus relaciones, a fin de evaluar la cobertura que posee actualmente de los aspectos propuestos para la evaluación de Sistemas de Gestión de Aprendizaje. El resultado de esta actividad fue presentado en el Capítulo III (Antecedentes)
3. Formulación de los objetivos y el alcance de la investigación	Etapa de la fase Planificar la Acción donde se definen claramente los objetivos de la investigación, así como las directrices y el espacio de trabajo de la Infraestructura Cliente Sistema. El objetivo es delimitar el área de investigación. El resultado de esta actividad está reflejado en la Justificación del Problema y la especificación de los Objetivos del Trabajo de Grado, presentados al inicio de la presente investigación.
4. Formulación de la metodología de investigación: Adaptación de Investigación Acción	Etapa de la fase Planificar la Acción donde se elabora la adaptación para esta investigación de la metodología de investigación acción. El objetivo es elaborar el marco metodológico que soporta el trabajo de investigación. El presente Capítulo es el resultado de esta actividad.
5. Propuesta de instanciación de MOSCA para Sistemas de Gestión de Aprendizaje	Etapa de la fase Tomar la Acción donde se realizan las modificaciones y adaptaciones a MOSCA. El objetivo es obtener una nueva instanciación de MOSCA que cubra los aspectos propios de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.
6. Análisis de Contexto	Etapa de la fase Tomar la Acción, donde se determinan las especificaciones y acuerdos necesarios para implementar la instanciación de MOSCA. El objetivo es preparar las herramientas y el contexto donde será evaluada la propuesta.
7. Aplicación del método DESMET	Etapa de la fase Tomar la Acción, donde se ejecuta la metodología DESMET. El objetivo es obtener un método fiable e imparcial para la evaluación.
8. Evaluación a través del método arrojado por DESMET	Etapa de la fase Evaluar, que consiste en aplicar el método de evaluación arrojado por la actividad 7 al modelo propuesto. El objetivo es la evaluación del nuevo modelo mediante un método de evaluación apropiado.
9. Análisis de los resultados	Etapa de la fase Evaluar, que consiste en estudiar los resultados a partir de los objetivos planteados en el trabajo de investigación, en términos de: el modelo propuesto y los productos tangibles alcanzados. Al terminar esta fase se evalúa si el resultado es satisfactorio, en caso afirmativo se pasa a la fase 11, en caso negativo se pasa a la fase 10.
10. Definición del alcance de la siguiente iteración	Etapa de la fase Especificar el Aprendizaje, consiste en delimitar el alcance de las modificaciones que se deben realizar al modelo propuesto para aumentar la confiabilidad del mismo y sus posibilidades de éxito.
11. Conclusiones y recomendaciones	Etapa de la fase Especificar el Aprendizaje, donde se establecen algunas conclusiones relativas al modelo propuesto aplicado y sus resultados. Finalmente, se sugieren algunas recomendaciones para futuros refinamientos del modelo propuesto y para investigaciones relacionadas.

Tabla 21. Fases de la Metodología de Investigación Acción Propuesta
Fuente: Elaboración Propia

El paso 7, Aplicación del método DESMET, es el objetivo principal del capítulo "Evaluación de la Propuesta de Instanciación del Modelo Sistemico (MOSCA) para Sistemas de Gestión de Aprendizaje". A continuación se presenta la descripción del método, sus objetivos y los criterios que se utilizan para seleccionar el método de evaluación.

Según Kitchenham (1996) la metodología DESMET está compuesta por un conjunto de métodos con sus respectivas herramientas que pueden ser aplicadas o utilizadas por una organización en particular. Esta metodología, en el caso del presente trabajo, será utilizada para la planificación y posterior evaluación confiable del modelo propuesto, para evaluar el Sistema de Gestión de Aprendizaje que se seleccione.

De forma general, DESMET destaca la existencia de dos tipos de evaluación: la evaluación cualitativa y la evaluación cuantitativa. El propósito de las evaluaciones cualitativas es establecer efectos mensurables relativos al uso de un método o herramienta, están basadas en la identificación de los beneficios que se espera que una herramienta o método aporten en términos mensurables y en la recolección de datos para determinar realmente los beneficios obtenidos. Por su parte, las evaluaciones cuantitativas tienen como objetivo establecer qué tanto se ajusta un método o herramienta a las necesidades y a la cultura de una organización. Por lo general esto se determina en términos de las características del método o herramienta. Estas características están basadas en los requerimientos de la población de usuarios y en los estándares de la organización. DESMET se refiere a este tipo de evaluación como Análisis de Características, el cual es identificado como una evaluación cualitativa o subjetiva [Kitchenham, 1996].

Este mismo autor establece que las técnicas de evaluación propuestas por DESMET son dependientes del contexto; puesto que no se espera que el objeto de evaluación sea el más apropiado en todas las circunstancias. En este sentido las diferencias en los resultados obtenidos están determinadas por las características de las empresas, no por los objetos a evaluar. Es por ello que al evaluar el instrumento para determinar la Calidad Sistemática en una organización específica que evalúe Sistemas de Gestión de Aprendizaje, es probable que la importancia de cada característica varíe de acuerdo a las necesidades y a la realidad de la empresa.

Según Kitchenham (1996), DESMET identifica 6 criterios que influyen en la selección del método de evaluación:

- El contexto de la evaluación
- La naturaleza del impacto esperado de la utilización del método o la herramienta.
- La naturaleza del objeto de evaluación, es decir, si es un método, una herramienta o un método genérico.
- El alcance del impacto del método o la herramienta.
- La madurez del método o herramienta.
- La curva de aprendizaje asociada al método o la herramienta.
- Las habilidades de medición que posee la organización encargada de evaluar.

Los criterios de selección permitirán escoger uno de los nueve métodos de evaluación propuestos por Kitchenham [Kitchenham, 1996]:

1. Experimento cuantitativo: conforma el método científico básico para la determinación de diferencias entre métodos o herramientas.
2. Estudio de caso cuantitativo: consiste en la evaluación de un método o herramienta después que éste ha sido utilizado en un proyecto real.
3. Encuesta cuantitativa: es utilizada cuando varias herramientas o métodos han sido usados en la organización, y consiste en interrogar a los usuarios para que suministren información acerca de alguna característica de interés.
4. Análisis de características por proyección: por lo general se basa en la documentación de la herramienta o del método a evaluar.
5. Análisis de características por estudio de caso: consiste en el análisis de características del método o herramienta luego que el mismo ha sido aplicado en un proyecto real.

6. Análisis de características por experimento: en este caso se sugiere que un conjunto de usuarios potenciales pruebe el objeto de evaluación antes de realizar sus evaluaciones.
7. Análisis de características por encuesta: es realizada por personas con experiencia en el uso de la herramienta o con conocimientos teóricos de la misma.
8. Análisis cualitativo de efectos: se refiere a la utilización del juicio de expertos para determinar los efectos cuantitativos de diferentes métodos y herramientas.
9. Benchmarking: consiste en evaluar el comportamiento de la herramienta o método en relación con otros ya establecidos.

El ciclo metodológico usado soporta la investigación de problemas complejos, partiendo de prácticas exitosas y evaluando el modelo propuesto. Absorbe el aprendizaje y lo incorpora a una nueva propuesta mejorada. Este ciclo puede repetirse n veces; pero para efectos de esta investigación se consideró una sola iteración, dado que es un Trabajo de Maestría con limitaciones de tiempo.

A continuación se presenta un enfoque basado en objetivos, preguntas y métricas para evaluar características de calidad en Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

4.2. Enfoque basado en objetivos, preguntas y métricas – GQM

Según Basili [Basili et al., 1994], para el software, como cualquier disciplina de ingeniería, requiere un mecanismo de medición para su corrección y evaluación. Para que este mecanismo sea efectivo debe estar centrado en objetivos específicos; debe ser aplicado a todo el ciclo de vida de los productos, procesos y recursos; y su interpretación debe estar basada en las caracterizaciones del contexto organizacional, ambiente y objetivos.

En este sentido, estos autores han desarrollado un enfoque basado en objetivos, preguntas y métricas (GQM – del inglés *Goal Question Metric*). Este enfoque, posee tres niveles que pueden observarse en la Figura 14 [Basili et al., 1994].

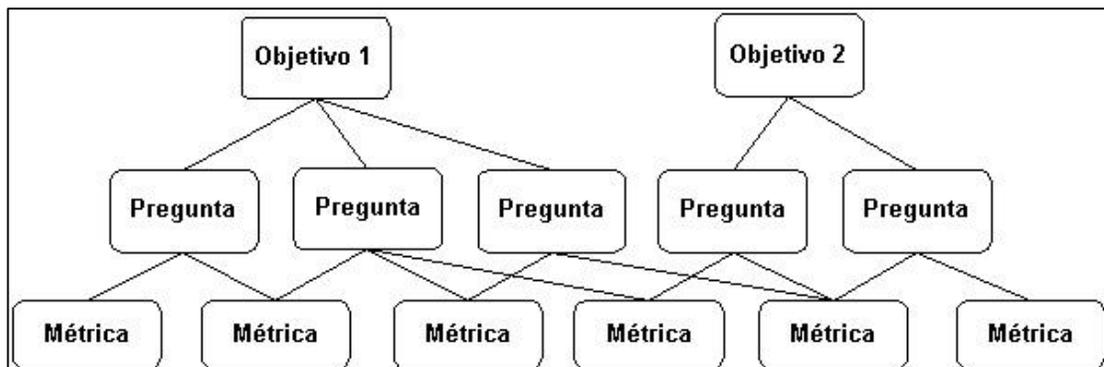


Figura 14. Niveles del Enfoque GQM
Fuente: [Basili et al., 1994]

Primer Nivel - Conceptual (OBJETIVO): Un objetivo es definido por un objeto, un conjunto de razones con respecto a varios modelos de calidad y puede tener varios puntos de vista e incluso es relativo a un ambiente particular. Los objetos mensurables son productos, procesos y recursos.

Segundo Nivel – Operacional (PREGUNTA): Un conjunto de preguntas es utilizado para caracterizar la forma en que se alcanzará un objetivo específico. Las preguntas tratan de caracterizar el objeto de medición con respecto a un atributo de calidad seleccionado, para determinar su calidad desde un cierto punto de vista.

Tercer Nivel – Cuantitativo (METRICA): Un conjunto de datos es asociado con cada pregunta para responderla de forma cuantitativa. Los datos pueden ser objetivos (si dependen sólo del objeto medido) o subjetivos (si dependen del objeto medido y del punto de vista desde el cual son tomados).

Según Basili [Basili et al., 1994], el objetivo se refina en varias preguntas y cada pregunta es refinada en varias métricas. Algunas métricas pueden ser utilizadas para responder varias preguntas de un mismo objetivo, incluso, varios modelos GQM pueden tener también preguntas y métricas en común, dado que las métricas pueden tener diferentes valores dependiendo del punto de vista tomado.

Para Pressman (2002), la importancia de GQM proviene no solamente del hecho de que es uno de los primeros intentos de desarrollar un conjunto de medidas adecuado que pueda ser aplicado al software, sino también al hecho de que está relacionado con el paradigma de mejora de procesos. El enfoque GQM se presenta como un mecanismo detallado para la definición y elaboración de objetivos medibles, respondiendo a una de las principales inquietudes de este trabajo: ¿cómo medir la calidad de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje?

Una vez culminada la Actividad 4 del Ciclo Metodológico correspondiente a la adaptación del *Framework* Metodológico del LISI y la presentación del enfoque GQM, se dio por culminada la fase Planificar la Acción. De acuerdo al Ciclo Metodológico se da inicio a la Fase Tomar la Acción.

La fase Tomar la Acción será la desarrollada en los siguientes capítulos, en donde se dará la propuesta del Modelo para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, es decir, la instanciación de MOSCA para Sistemas de Gestión de Aprendizaje y la aplicación del método DESMET para obtener un método para la evaluación.

Capítulo V. Propuesta del Modelo para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje

Siguiendo la secuencia del ciclo metodológico y habiendo concluido las actividades de investigación documental y el Análisis de antecedentes de MOSCA y experiencias de evaluación de Sistemas de Gestión de Aprendizaje, se contó con las bases teóricas necesarias para efectuar una propuesta del modelo para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

En esta sección se presenta el modelo conceptual de e-learning, el cuál resume los conceptos y relaciones que soportan el presente Modelo de selección, luego se explica en detalle las características y sub-características tomadas del Modelo MOSCA y finalmente se presenta el Modelo propuesto para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

5.1. Modelo Conceptual

Como resultado de la investigación bibliográfica que se desarrolló al inicio del proyecto, se obtuvo un modelo conceptual que resume y relaciona las acepciones teóricas relativas a Modelos para la Calidad, e-learning y Sistemas de Gestión de Aprendizaje. El modelo conceptual fue construido con notación UML (ver figura 15).

A continuación se da una breve explicación de este modelo conceptual.

E-learning usa Tecnologías de Información y Comunicación, por lo tanto usa redes y/o Internet, y puede ser síncrono o asíncrono. El objetivo de e-learning es proveer aprendizaje través de un ambiente colaborativo, interactivo y de fácil uso, adicionalmente, envuelve la adquisición, generación y transferencia de conocimientos.

E-learning debe tener los siguientes componentes:

- Diseño Instruccional
- Componentes de multimedia
- Herramientas de Internet: comunicación, acceso remoto, navegación y búsqueda
- Computadoras y dispositivos
- Proveedores de conexión
- Software y aplicaciones: Sistemas de Gestión de Aprendizaje, Sistemas de Gestión de Contenido y Aprendizaje, Software de Planificación de Recursos Empresariales, Lenguajes de programación, entre otros.

Adicionalmente, e-learning envuelve el siguiente marco de trabajo: Institucional, Gestión, Tecnológico, Pedagógico, Ético, Diseño de Interfaz, Recursos de Soporte y Evaluación.

Para proveer de aprendizaje, e-learning cuenta con Sistemas de Gestión de Aprendizaje y Sistemas de Gestión de Contenido y Aprendizaje. Para efectos de la presente investigación se considerarán los Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje tienen presente los estándares de e-learning, los cuáles dotan a estos de: durabilidad, interoperabilidad, reusabilidad, gestión y accesibilidad.

Estos estándares son propuestos por organizaciones, tales como: ADLNet (quien propuso el estándar SCORM), ARIADNE, PROMETEUS, IEEE LTSC, AICC y EDUCAUSE IMS.

Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje poseen las siguientes funciones [GIOUPM, 2007]:

- ✓ Distribución de contenidos: editor de contenidos en línea, repositorios de archivos de imágenes, de vídeo y de texto como biblioteca en línea, sistema de reconocimiento de contenidos en CD, inserción de hipervínculos, imágenes y vídeos y administración de calendario de contenidos.
- ✓ Comunicación y colaboración: foros de discusión por curso, sala de chat por curso, formación de grupos de trabajo, comunicación con el tutor, miembros del curso, novedades y calendario del curso.
- ✓ Seguimiento y evaluación: estadísticas y ficha personal por alumno, seguimiento de cada actividad, sistemas de exámenes editables por el docente o tutor y reportes de actividad.
- ✓ Administración y asignación de permisos: otorgamiento de permisos y autorizaciones, asignación de permisos por perfil de usuario, administración personal de perfiles de usuario, proceso de inscripción, planes de carrera y oferta formativa.

Después de presentado el Modelo Conceptual, el cuál describe los conceptos usados en la investigación, se procede a describir lo que se tomó del modelo MOSCA para el modelo propuesto.

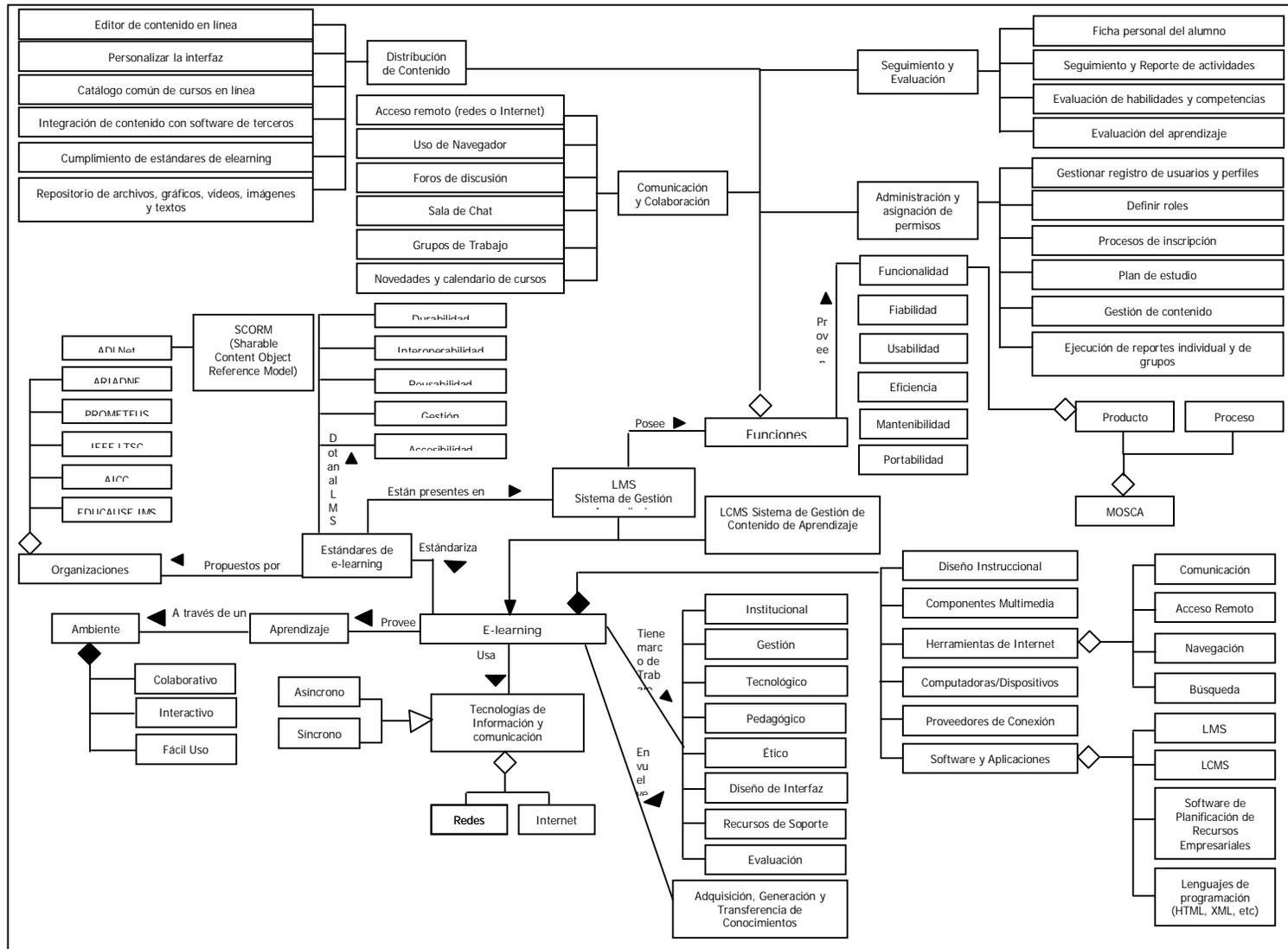


Figura 15. Modelo Conceptual e-learning para la presente investigación

5.2. Resumen de las características de MOSCA tomadas para la instanciación

En el análisis de los antecedentes, se mencionó el Modelo Sistémico de Calidad y su algoritmo de evaluación, el cuál trabaja con 3 de las 6 categorías de la dimensión producto, entre las que debe considerarse la Funcionalidad. De esta manera, se presentan las categorías y las características que fueron seleccionadas para instanciar el modelo MOSCA para Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

Esta propuesta usará los niveles 0, 1, 2 y 3, según MOSCA, esto es: dimensión, categorías, características y métricas.

En la Figura 16 se presenta el diagrama con la estructura de MOSCA (dimensión, categorías y características) que se usará en la propuesta, y los niveles que lo conforman son los siguientes:

- Nivel 0: Dimensión → Esta conformado por la dimensión aspectos contextuales y aspectos internos del Producto que mide la calidad en el contexto de la relación entre lo obtenido y lo que se desea obtener. Aquí solo se cuentan el manual y versión del Sistema de Gestión de Aprendizaje que será objeto de estudio, por lo que las características a evaluar serán las observables en tiempo de ejecución.
- Nivel 1: Categorías → Según Mendoza [Mendoza et al., 2005] la categoría Funcionalidad es la más importante para estimar la calidad, debido a que identifica la capacidad del software para cumplir con las funciones para las que fue fabricado, adicionalmente hay dos categorías adicionales seleccionadas, estas son usabilidad y mantenibilidad, debido al interés en que los Sistemas de Gestión de Aprendizaje posean estas categorías. Las categorías seleccionadas son:
 - Funcionalidad: es la capacidad del producto del software para proveer funciones que cumplan con necesidades específicas o implícitas, cuando el software es utilizado bajo ciertas condiciones. Es básico y fundamental que un Sistema de Gestión de Aprendizaje cumpla con los requerimientos funcionales que se esperan de un producto de esta naturaleza.
 - Usabilidad: es la capacidad del producto de software para ser atractivo, entendido, aprendido y utilizado por el usuario bajo condiciones específicas. Esta categoría se sustentó en la importancia que tiene para los Sistemas de Gestión de Aprendizaje el fácil uso, interactividad, permitir la fácil comunicación, colaboración, administración, entre otros.
 - Mantenibilidad: es la capacidad del producto para ser modificado. Esta categoría es importante en los Sistemas de Gestión de Aprendizaje 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 organizaciones están tomando más en cuenta los Sistemas 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 las organizaciones, entre otros.

- Nivel 2: Características → Después de definidas las categorías a ser evaluadas, se analizaron las características asociadas a cada categoría y se excluyeron las que carecen de pertenencia en el contexto de la evaluación. Estas características definen las áreas claves que se deben satisfacer para lograr, asegurar y controlar la calidad de cada una de las categorías y la del Producto. Las características seleccionadas son:

Características a ser evaluadas en la categoría Funcionalidad (FUN):

- Ajuste a los propósitos (FUN 1): evalúa si el Sistema de Gestión de Aprendizaje es capaz de proveer un conjunto de funciones apropiado según tareas y objetivos específicos del usuario. Esta característica fue seleccionada, debido a que es fundamental que las funcionalidades del producto se ajusten al propósito que debe soportar un Sistema de Gestión de Aprendizaje.
- Interoperabilidad (FUN 2): evalúa si los Sistemas de Gestión de Aprendizaje son capaces de interactuar con uno o más sistemas. Como se estudió en el marco teórico de este trabajo, los Sistemas de Gestión de Aprendizaje deben ser capaces de interactuar con software de computadoras que, por ejemplo, ayudan a los desarrolladores de multimedia a crear productos, software de Planificación de Recursos Empresariales, entre otros.
- Seguridad (FUN 3): evalúa si el Sistema de Gestión de Aprendizaje es capaz de proteger información de manera que personas no autorizadas no puedan tener acceso a ella y, las personas o sistemas autorizados si lo puedan hacer. Esta característica es de vital importancia, debido a que los Sistemas de Gestión de Aprendizaje deben proveer seguridad a los usuarios, ya sean estos estudiantes, profesores, administradores, entre otros.

Características a ser evaluadas en la categoría Usabilidad (USA):

- Facilidad de comprensión (USA 1): evalúa la capacidad de facilitar al usuario el entendimiento del software y la forma en que puede ser utilizado y habilitado para el aprendizaje de la aplicación. Estas métricas deben ser capaces de evaluar el comportamiento de los usuarios sin previo conocimiento de la operación del software y medir la dificultad al entender las funciones, operaciones y conceptos del software (ISO 9126). Es importante que el Sistema de Gestión de Aprendizaje pueda comprenderse rápidamente.
- Capacidad de Aprendizaje (USA 2): capacidad y efectividad del material de soporte unido a la descripción de uso del producto. El material de soporte y de descripción del Sistema de Gestión de Aprendizaje, debe ser capaz de dar a conocer las bondades y uso del mismo.
- Interfaz Gráfica (USA 3): está asociada a los atributos de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje que lo hacen más atractivo al usuario. En tanto un

amplio rango de las funcionalidades de este tipo de sistemas, están orientadas al aprendizaje en línea, la interfaz gráfica debe ser atractiva y fácil de usar para el usuario, de modo que permita realizar las actividades propias de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje en un ambiente cómodo, adaptable y que agilice la interacción hombre – sistema.

- Operabilidad (USA 4): evalúa si el Sistema de Gestión de Aprendizaje es capaz de habilitar al usuario a operarlo y controlarlo. La importancia de considerar la operabilidad como una característica a evaluar en un Sistema de Gestión de Aprendizaje, radica en la necesidad de que el usuario cuente con todas las ayudas posibles para operar el software, de modo que pueda controlar todas las variables que necesite para lograr el aprendizaje en línea.

Características a ser evaluadas en la categoría Mantenibilidad (MAB):

- Capacidad de análisis (MAB 1): es la capacidad del producto del software de ser diagnosticado por deficiencias o causa de fallas en el software, o para identificación de las partes a ser modificadas. Para el desarrollo de este modelo es importante exigir que el Sistema de Gestión de Aprendizaje sea de fácil diagnóstico, de ello dependerá su evaluación y la selección de las partes que serán mejoradas.
- Capacidad de cambio (MAB 2): está asociada a los atributos de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje que lo hacen más atractivo a los administradores, es decir, es la capacidad del producto de software para facilitar una modificación específica a ser implementada. Mientras mayor capacidad de cambio tenga una herramienta, mayor será su potencialidad para ser mejorada.
- Estabilidad (MAB 3): esta asociada a la capacidad del software para ajustarse a los cambios y para evitar efectos inesperados después de modificaciones en el software. La calidad en el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales de una herramienta inestable, puede perderse luego de una modificación que, a pesar de procurar la mejora del software, genere fallas en sectores que funcionaban correctamente.
- Capacidad de prueba (MAB 4): permite la ejecución de pruebas, para lograr el buen funcionamiento. Esta característica es fundamental, ya que un Sistema de Gestión de Aprendizaje que permite elaborar buenas pruebas, puede garantizar estabilidad.
- Cohesión (MAB 6): Una forma estructural es cohesiva si todos sus elementos están enlazados estrechamente unos a otros y si contribuyen a llevar a cabo un simple objetivo o función. Una alta cohesión en los Sistemas de Gestión de Aprendizaje facilitaría su reutilización y evitaría la aparición de efectos colaterales durante la modificación del software.

- Nivel 3: Métricas → Después de definidas las características a ser evaluadas, se analizaron las métricas asociadas a cada característica y se excluyeron las que carecen de pertenencia en el contexto de la evaluación.

En los anexos I, II y III se puede visualizar lo que se tomo del modelo MOSCA para el modelo propuesto, esto incluye:

- 3 Categorías del producto: Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad.
- 11 Características: 3 corresponden a Funcionalidad, 4 corresponden a Usabilidad y 4 corresponden a Mantenibilidad.
- 44 Métricas: 12 corresponden a Funcionalidad, 22 corresponden a Usabilidad y 10 corresponden a Mantenibilidad.

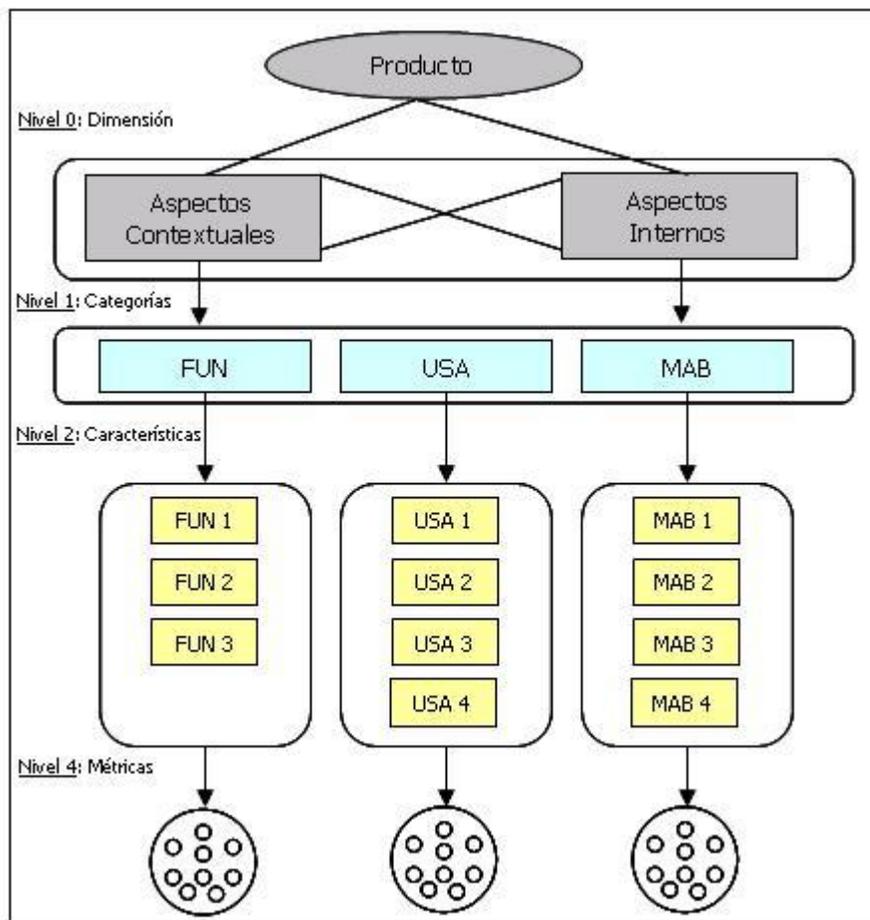


Figura 16. Diagrama del Modelo Sistemico de Calidad MOSCA – Consideraciones de MOSCA
Fuente: Adaptado de Mendoza et al., 2005

Después de analizado y descrito el modelo con la dimensión, categorías, características y métricas tomadas de MOSCA, fue necesario incorporar las sub- características específicas relacionadas a los Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

Para alcanzar este objetivo, la propuesta que se da en la siguiente sección esta apoyada en los conceptos considerados en el Marco Teórico y en las propuestas de evaluaciones realizadas por otros autores.

5.3. Propuesta del modelo para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS-MOSCA)

En la sección anterior se indicó la dimensión, categorías, características y métricas a ser consideradas en el Modelo, según el Modelo MOSCA; sin embargo, la presente investigación va a proponer características y métricas adicionales para la elaboración completa del modelo, con la finalidad de considerar en este, características y métricas asociadas directamente a Sistemas de Gestión de Aprendizaje y así poder hacer una instanciación de MOSCA para Sistema de Gestión de Aprendizaje

Para cada una de las características descritas, fueron elaboradas sus correspondientes métricas. Fueron creadas nuevas sub-características, nuevas sub-sub-características y nuevas métricas. En la figura 17 se muestra el subárbol de la dimensión del producto de MOSCA con las modificaciones realizadas.

A continuación se muestran las sub-características, sub-sub-características y métricas nuevas, todas ellas tienen una vinculación con los conceptos tratados en el Marco Teórico.

Para la categoría Funcionalidad (FUN) y característica Ajuste a los Propósitos (FUN 1), se crearon las siguientes sub-características (Ver Tabla 22):

- Comunicación y Colaboración (FUN 1.1): posee 10 sub-sub-características y 21 métricas.
- Distribución de Contenido (FUN 1.2): posee 6 sub-sub-características y 21 métricas.
- Seguimiento y Evaluación (FUN 1.3): posee 4 métricas.
- Administración (FUN 1.4): posee 3 métricas.

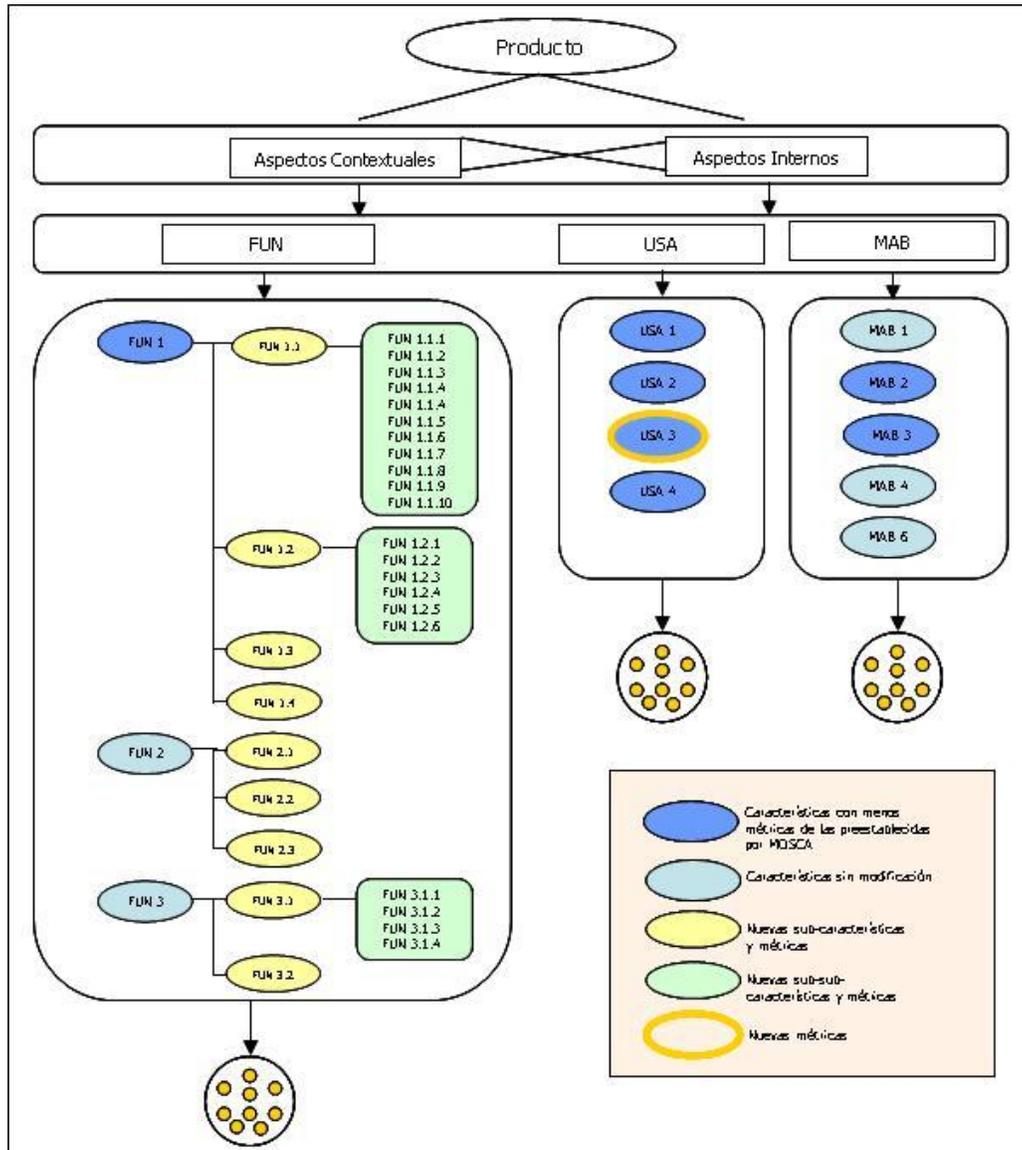


Figura 17. Instanciación de MOSCA para Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS-MOSCA)
Fuente: Elaboración propia

Sub- Característica	Sub-Sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a
Comunicación y Colaboración (FUN 1.1)	Correo electrónico (FUN 1.1.1)	Uso de correo electrónico	¿Permite el envío y recepción de correo?	0=No 1=Si	Usuario
		Uso de protocolo estándar	¿Usa cualquiera de los siguientes protocolos estándares: SMTP, POP3 o IMAP?	0=No 1=Si	Usuario
		Attachments de archivos	¿Permite el attachments de	0=No 1=Si	Usuario

		archivos?		
	Formato HTML	¿Permite el uso de formato HTML?	0=No 1=Si	Usuario
	Listas o grupos de correo	¿Permite la creación y uso de listas o grupos de correos?	0=No 1=Si	Usuario
Audioconferencia (FUN 1.1.2)	Uso de Audioconferencia	¿Permite el uso de audiconferencia?	0=No 1=Si	Usuario
	Standard H.323	¿Usa el estándar de telecomunicación H.323, el cual permite escoger su propio cliente?	0=No 1=Si	Usuario
	Uso de VoIP	¿Permite el uso de VoIP?	0=No 1=Si	Usuario
Videoconferencia (FUN 1.1.3)	Uso de Videoconferencia	¿Permite el uso de videoconferencia?	0=No 1=Si	Usuario
	Standard H.320	¿Usa el estándar H.320 para videoconferencia RDSI- ISDN?	0=No 1=Si	Usuario
	Standard H.323	¿Usa el estándar H.323 que permite la comunicación punto a punto con computadoras que tienen Webcam y Netmeeting?	0=No 1=Si	Usuario
Foros (FUN 1.1.4)	Foro asíncrono	¿Permite los foros asíncronos?	0=No 1=Si	Usuario
		¿Permite debates con un hilo conductor?	0=No 1=Si	Usuario
		¿Las intervenciones de los foros son enviadas al correo de los participantes?	0=No 1=Si	Usuario
		¿Permiten adjuntar archivos?	0=No 1=Si	Usuario
		¿Permiten adjuntar tablas?	0=No 1=Si	Usuario
		¿Permiten adjuntar imágenes?	0=No 1=Si	Usuario
		¿Permiten adjuntar sitios Web?	0=No 1=Si	Usuario
	¿Permite la búsqueda de información en foros?	0=No 1=Si	Usuario	
	Foro sincrónico – Chats	¿Permite los foros sincrónicos - Chats?	0=No 1=Si	Usuario
Listas de enlaces – Bookmarks (FUN 1.1.5)	Listas de enlaces – Bookmarks	¿Permite el uso de listas de enlaces - Bookmarks	0=No 1=Si	Usuario
Wikis (FUN 1.1.6)	Uso de Wikis	¿Permite el uso de wikis para crear,	0=No 1=Si	Usuario

			editar o modificar el contenido de una página web?		
	Blogs (FUN 1.1.7)	Uso de Blogs	¿Permite el uso de blogs para facilitar la creación de áreas temáticas?	0=No 1=Si	Usuario
	Usuarios conectados (FUN 1.1.8)	Usuarios conectados	¿Permite visualizar los usuarios conectados?	0=No 1=Si	Usuario
	Acceso a través de red (FUN 1.1.9)	Red LAN	¿El acceso es a través de una red LAN?	0=No 1=Si	Usuario
		Red WAN	¿El acceso es a través de una red WAN?	0=No 1=Si	Usuario
		Internet	¿El acceso es a través de Internet?	0=No 1=Si	Usuario
	Acceso desde navegadores (FUN 1.1.10)	Acceso a Navegadores	¿Permite el acceso a través del navegador Internet Explorer?	0=No 1=Si	Usuario
			¿Permite el acceso a través del navegador Mozilla Firefox?	0=No 1=Si	Usuario
			¿Permite el acceso a través del navegador Chrome?	0=No 1=Si	Usuario
Distribución de Contenido (FUN 1.2)	Repositorio de documentos (FUN 1.2.1)	Guardar documentos	¿Permite guardar documentos?	0=No 1=Si	Usuario
		Anotaciones	¿Permite almacenar anotaciones?	0=No 1=Si	Usuario
		Compartir los documentos	¿Permite compartir los documentos?	0=No 1=Si	Usuario
		Manejo de versiones de los documentos	¿Permite el manejo de versiones de los documentos?	0=No 1=Si	Usuario
	Intercambio de archivos (FUN 1.2.2)	Notificación automática de cambios	¿Permite notificar automáticamente los cambios en los documentos?	0=No 1=Si	Usuario
		Intercambio de archivos	¿Permite el intercambio de archivos?	0=No 1=Si	Usuario
		Archivos de textos	¿Intercambio de archivos HTML, XML, PDF y Microsoft Word?	0=No 1=Si	Usuario
		Archivos gráficos	¿Permite el intercambio de archivos GIF y JPEG?	0=No 1=Si	Usuario
		Archivos de Sonido	¿Permite el intercambio de archivos MP3?	0=No 1=Si	Usuario

		Archivos de Animaciones	¿Permite el intercambio de archivos GIF, Macromedia Flash y DHTML?	0=No 1=Si	Usuario
		Archivos de Video	¿Permite el intercambio de archivos MPEG?	0=No 1=Si	Usuario
	Transferencia de archivos (FUN 1.2.3)	FTP (File Transfer Protocol)	¿Permite el uso del protocolo FTP para intercambio de archivos?	0=No 1=Si	Usuario
	Cursos (FUN 1.2.4)	Calendario de Cursos	¿Permite la creación de los calendarios de cursos?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite la modificación de los calendarios de cursos?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite la eliminación de los calendarios de cursos?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite la publicación de los calendarios de cursos?	0=No 1=Si	Administrador
		Cursos	¿Permite al crear el curso detallar información como: identificación, fecha de inicio, descripción de la audiencia, objetivos, contenidos a tratar, prerrequisitos, método de evaluación, idioma, entre otros?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite al modificar el curso ajustar la información como: identificación, fecha de inicio, descripción de la audiencia, objetivos, contenidos a tratar, prerrequisitos, método de evaluación, idioma, entre otros?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite la clasificación de los cursos para	0=No 1=Si	Administrador

			facilitar la búsqueda?		
			¿Posee un manual o instrucciones que apoyen la ejecución del curso?	0=No 1=Si	Usuario
			¿Permite configurar el idioma en el que se dará el curso?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite enlazar archivos ubicados en un directorio al contenido del curso?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite enlazar sitios Web al contenido del curso?	0=No 1=Si	Administrador
		Acceso a recursos	¿Posee un motor de búsqueda de cursos?	0=No 1=Si	Usuario
			¿Posee Glosario de términos?	0=No 1=Si	Usuario
			¿Permite asignar los recursos a ser usados durante el curso, como: foros, cuestionarios, etc?	0=No 1=Si	Administrador
	Ambiente (FUN 1.2.5)	Estructura	¿Permite el manejo de tabla de contenidos para estructurar mejor el curso?	0=No 1=Si	Administrador
	Authoring (FUN 1.2.6)	Formato de los archivos producidos	¿Permite formato HTML?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite formato Java?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Tiene su formato propietario?	0=No 1=Si	Administrador
		Tamaño de los cursos	¿Hay límites en el tamaño de los cursos creados?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Cuál es el límite de tamaño de los cursos?	1=1GB a 500 GB 2=501GB a 100 GB 3=1001 GB a 1500GB 4=1501 GB a 2000 GB	Administrador
		Comunicación	¿Soporta el estándar SCORM?	0=No 1=Si	Administrador
		Uso de Templates	¿Permite el uso de templates para crear nuevos	0=No 1=Si	Administrador

			¿Es simple la tarea de publicar contenido?	0=No 1=Si	Administrador
Seguimiento y Evaluación (FUN 1.3)	Seguimiento y progreso del alumno		¿Permite llevar el seguimiento y progreso del alumno?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite emitir informes relacionados al progreso del alumno?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite llevar estadísticas de los itinerarios seguidos por el alumno?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite llevar estadísticas de los materiales de aprendizaje usados?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite generar estadísticas de la participación de los alumnos a través de las herramientas de comunicación: mensajes enviados?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite generar estadísticas que permitan visualizar la cantidad de veces que el alumno ha accedido al sistema?	0=No 1=Si	Administrador
			Gestión y edición de pruebas y ejercicios de evaluación y autoevaluación	¿Permite la creación de ejercicios para los estudiantes?	0=No 1=Si
		¿Permite pruebas de autoevaluación realizadas por los estudiantes?	0=No 1=Si	Administrador	
		¿Permite aplicar evaluaciones a los estudiantes?	0=No 1=Si	Administrador	
	Tareas	¿Permite la creación de tareas para que los estudiantes trabajen sobre estas?	0=No 1=Si	Administrador	
		¿Permite la modificación de tareas por parte del profesor?	0=No 1=Si	Administrador	

			¿Permite adjuntar archivos a la tarea?	0=No 1=Si	Usuario	
			¿Permite la incorporación de comentarios ó feedback por parte del profesor?	0=No 1=Si	Usuario	
			¿Permite la evaluación de tareas las tareas?	0=No 1=Si	Usuario	
		Cuestionarios		¿Permite la creación de cuestionarios?	0=No 1=Si	Administrador
				¿Permite la modificación de cuestionarios?	0=No 1=Si	Administrador
				¿Permite indicar fecha de comienzo y cierre a los cuestionarios para controlar los días que estará abierto a los estudiantes?	0=No 1=Si	Administrador
Administración (FUN 1.4)		Autogestión de los alumnos	¿Permite la inscripción de los alumnos?	0=No 1=Si	Usuario	
			¿Creación y actualización de la ficha del alumno?	0=No 1=Si	Usuario	
			¿Permite visualizar los cursos en los que está inscrito?	0=No 1=Si	Usuario	
			¿Permite la visualización de los eventos próximos?	0=No 1=Si	Usuario	
		Consulta de expediente académico	¿Facilita la consulta de expedientes académicos?	0=No 1=Si	Usuario	
		Control de la planificación y disponibilidad de los cursos	¿Permite emitir reportes de los cursos planificados?	0=No 1=Si	Administrador	
			¿Permite emitir reportes para verificar la disponibilidad en los cursos?	0=No 1=Si	Administrador	

Tabla 22. Nuevas sub-características, sub-sub-características y métricas de la categoría Funcionalidad (FUN) y característica Ajuste a los Propósitos (FUN 1)
Fuente: Elaboración Propia

Para la categoría Funcionalidad (FUN) y característica Interoperabilidad (FUN 2), se crearon las siguiente sub-características (Ver Tabla 23):

- Seguimiento de Estándares (FUN 2.1): posee 1 métrica.
- Acceso a otros Sistemas (FUN 2.2): posee 1 métrica.
- Acceso a Base de Datos (FUN 2.3): posee 1 métrica.

Sub- Característica	Sub-Sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a
Seguimiento de estándares (FUN 2.1)		Archivos válidos de definición de curso SCORM	¿Permite la creación de cursos basados en el estándar SCORM?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite la modificación de cursos basados en el estándar SCORM?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite la creación de objetos de aprendizaje, que faciliten su uso para la creación de cursos?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite la modificación de objetos de aprendizaje, que faciliten su uso para la creación de cursos?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite importar cursos y/o contenido?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite exportar cursos y/o contenido?	0=No 1=Si	Administrador
Acceso a otros Sistemas (FUN 2.2)		Acceso a Software de Planificación de Recursos Empresariales	¿Permite el intercambio de información con Software de Planificación de Recursos Empresariales?	0=No 1=Si	Administrador
Acceso a Base de Datos (FUN 2.3)		Acceso a Bases de Datos	¿Tiene una base de datos propia?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite el acceso a bases de datos de terceros para almacenar la información?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite el acceso a base de datos Oracle?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite el acceso a bases de datos MySQL?	0=No 1=Si	Administrador
			¿Permite el acceso a bases de datos SQL Server?	0=No 1=Si	Administrador

Tabla 23. Nuevas sub-características, sub-sub-características y métricas de la categoría Funcionalidad (FUN) y característica Interoperabilidad (FUN 2)

Fuente: Elaboración Propia

Para la categoría Funcionalidad (FUN) y característica Seguridad (FUN 3), se crearon las sub-características (Ver Tabla 24):

- Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1) posee 4 sub-sub-características y 9 métricas:
- Capacidad de Auditoria (FUN 3.2): posee 2 métricas.

Sub-Característica	Sub-Sub-Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a
Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1)	Encriptación (FUN 3.1.1)	Certificado SSL	¿Tiene certificados SSL?	0=No 1=Si	Usuario
	Autenticación a través de Usuario y Password (FUN 3.1.2)	Identidad del usuario	¿Verifica la identidad a través de usuario y el password?	0=No 1=Si	Usuario
	Asignación de Roles (FUN 3.1.3)	Alumno	¿Permite la asignación de roles a los alumnos?	0=No 1=Si	Usuario
		Profesor responsable de la materia	¿Permite la asignación de roles a los profesores?	0=No 1=Si	Usuario
		Tutor Personal	¿Permite la asignación de roles a los tutores personales?	0=No 1=Si	Usuario
		Coordinador	¿Permite la asignación de roles a los coordinadores?	0=No 1=Si	Usuario
		Administrador	¿Permite la asignación de roles a al administrador?	0=No 1=Si	Usuario
		Especialista en elaboración del material educativo	¿Permite la asignación de roles a los especialistas de la elaboración del material educativo?	0=No 1=Si	Usuario
	Manejo de autorizaciones por curso (FUN 3.1.4)	Asignación de cursos	¿Permite la asignación de cursos a alumnos, profesores y tutores personales?	0=No 1=Si	Usuario
Capacidad de Auditoria (FUN 3.2)		Registro de acceso al sistema	¿Permite revisar los registros de acceso al sistema	0=No 1=Si	Usuario
		Modificación de los documentos	¿Permite verificar la modificación de los documentos?	0=No 1=Si	Usuario

Tabla 24. Nuevas sub-características, sub-sub-características y métricas de la categoría Funcionalidad (FUN) y característica Seguridad (FUN 3)
Fuente: Elaboración Propia

Para la categoría Usabilidad (USA), característica Interfaz Gráfica (USA 3), se crearon 6 métricas (Ver Tabla 25).

Sub- Característica	Sub-Sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a
		Navegación	¿Fácil navegación?	0=No 1=Si	Usuario
		Customizable	¿Permite al usuario customizar y adaptar el "look and feel"?	0=No 1=Si	Usuario
		Idiomas	¿Es multilinguaje?	0=No 1=Si	Usuario
		Zona horaria	¿Permite la configuración de la zona horaria para facilitar al participante la realización de los cursos?	0=No 1=Si	Usuario
		Barra de navegación	¿Tiene una barra de navegación que facilite el acceso a las herramientas del sistema, tales como foros?	0=No 1=Si	Usuario
		Compartir información	¿Permite a los participantes compartir documentos?	0=No 1=Si	Usuario

Tabla 25. Nuevas métricas de la categoría Usabilidad (USA) y característica Interfaz Gráfica (USA 3)
Fuente: Elaboración Propia

Como se observa, se incorporaron un conjunto de sub-características, sub-sub-características y métricas que permiten evaluar si un Sistema de Gestión de Aprendizaje cumple con las categorías Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad. Se incluyeron características desde comunicación y colaboración hasta capacidad de auditoria.

Ahora se describe otro paso de la Fase Tomar la Acción de la metodología empleada para la presente investigación, la cual fue la aplicación del LMS-MOSCA.

El próximo capítulo es de gran relevancia para la investigación, ya que en este se da el contexto de la evaluación del modelo, se aplica la metodología de DESMET para definir el método de evaluación del modelo, se aplica al modelo el método seleccionado y se dan los resultados y análisis de los mismos.

Resumiendo, se tiene que la propuesta para la instanciación de MOSCA para Sistemas de Gestión de Aprendizaje tiene:

- 9 nuevas sub-características
- 20 nuevas sub-sub-características
- 69 nuevas métricas

CAPÍTULO VI. Aplicación de la Instanciación

En este capítulo se exponen los objetivos, la metodología, el proceso seguido y los resultados de la evaluación de la aplicación del Modelo de Calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

6.1. Objetivos de la Evaluación.

Para la propuesta del Modelo de Calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje se plantearon los siguientes objetivos.

6.1.1. Objetivo General

Evaluar la aplicación de la propuesta del Modelo Calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje

6.1.2. Objetivos Específicos

- o Analizar el contexto donde será evaluado el nuevo modelo.
- o Seleccionar un método fiable e imparcial para la evaluación del Modelo.
- o Evaluar el modelo mediante el método seleccionado.
- o Elaborar un análisis de los resultados de la evaluación.

6.2. Metodología seguida

Para llevar a cabo la evaluación se empleará el Método DESMET el cual fue presentado en detalle en el Capítulo IV (Marco Metodológico).

6.3. Proceso

6.3.1. Análisis de Contexto

La siguiente actividad del Ciclo Metodológico corresponde al Análisis de Contexto. Esta es la etapa intermedia de la Fase Tomar la Acción y es aquí donde se determinaron las especificaciones y acuerdos necesarios para implementar la instanciación de MOSCA. El objetivo es preparar las herramientas y el contexto donde será evaluado el nuevo modelo.

El análisis de contexto se realiza de acuerdo a los siguientes criterios propuestos por Kitchenham [Kitchenham, 1996]: el contexto de la evaluación, la naturaleza del impacto esperado, la naturaleza del objeto de evaluación, el alcance del impacto del objeto de evaluación, la madurez del objeto de evaluación, el tiempo de aprendizaje y la madurez de la organización evaluadora.

Antes de explicar en detalle cada uno de los criterios de análisis de contexto conviene dejar claro que el objeto de evaluación es el Modelo de Calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje. Con esta definición en mente se detalla a continuación cada criterio.

- Contexto de la Evaluación

Los elementos que conforman el contexto de la evaluación son:

- ✓ Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje: es el objeto a evaluar.
- ✓ Investigador: el investigador es el creador del Modelo y es el encargado de recolectar y analizar los resultados de la evaluación.
- ✓ PDVSA: Organización que posee el Sistema de Gestión de Aprendizaje Moodle y tiene personas con experiencia en dicho Sistema.

- Naturaleza del impacto esperado

La naturaleza del impacto esperado es cualitativa. Con la evaluación se busca que el Modelo de Calidad basado en Características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, se convierta en una guía que propicie la efectividad en las organizaciones para la selección de dichos sistemas.

- Naturaleza del Objeto de Evaluación

El objeto de evaluación, a saber el Modelo de Calidad basado en Características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, es un modelo que permitirá a las organizaciones seleccionar un Sistema de Gestión de Aprendizaje apropiado, que permita el aprendizaje en línea, la comunicación y colaboración, administración, seguridad, seguimiento, entre otros, y que garantice características de calidad.

- Alcance del impacto del Objeto de Evaluación

Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje apoyan a las organizaciones a planear, implementar, monitorear y evaluar procesos de aprendizaje, permitiendo estos la automatización en la administración y seguimiento del aprendizaje. Con la especificación de Calidad determinada con el modelo se obtiene un impacto personal, grupal y organizacional, el cual debe ser empleado para introducir cambios que permitan incrementar el nivel de calidad en el aprendizaje en las organizaciones.

- Madurez del Objeto de Evaluación

El Modelo de Calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje se encuentra en fase de propuesta, por lo tanto se considera inmaduro.

- Tiempo requerido para entender los principios delineados por el Objeto de Evaluación

El tiempo requerido para entender el modelo es medio. Esto se debe a que considera que los evaluadores deben poseer conocimientos de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, específicamente en los aspectos de comunicación y colaboración, distribución de contenido, seguimiento y evaluación, administración, entre otros, así como conocimientos de la perspectiva Producto del Modelo MOSCA.

- o Tiempo requerido para llegar a ser un experto en el uso del Objeto de Evaluación

El tiempo para llegar a ser un experto es medio, esto se debe a que después de adquirir los conocimientos sobre Sistemas de Gestión de Aprendizaje y de conocer la Perspectiva Producto del Modelo MOSCA, ya se puede ser un experto.

- o Madurez de la organización

En este caso la organización evaluadora está compuesta por personas que son encargadas de la administración y mantenimiento de la plataforma de adiestramiento.

Las personas que se encargaron de la evaluación del modelo, poseen una amplia experiencia en el Sistema de Gestión de Aprendizaje Moodle, sin embargo, el Modelo propuesto es novedoso, ya que no existe un trabajo similar, sin embargo, los evaluadores poseen experiencia en la evaluación de Sistemas de Gestión de Aprendizaje, lo que facilitó la aplicación del modelo al Sistema Moodle.

Con la presentación del Análisis de Contexto se da por culminada la actividad 6 del Ciclo Metodológico y quedan preparadas las herramientas y el entorno de evaluación de la propuesta diseñada. Es este el insumo de la actividad 7 del ciclo metodológico, la cual consiste en la aplicación del Método DESMET con la finalidad de obtener un método fiable e imparcial para la evaluación del Modelo de Calidad Basado en Características para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

6.3.2. Aplicación de la Metodología DESMET

La siguiente actividad del Ciclo Metodológico corresponde a la Aplicación del método DESMET. Esta es la última etapa de la Fase Tomar la Acción de la metodología de investigación y es aquí donde se obtiene un método fiable e imparcial para la evaluación del Modelo de Calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje.

DESMET ofrece nueve métodos de evaluación y un conjunto de criterios que ayudan a seleccionar el método apropiado [Kitchenham, 1996]. En el Marco Metodológico se explicó en detalle cada uno de los criterios considerados por Kitchenham, los cuales permiten identificar con mayor claridad el contexto existente para la realización de la evaluación.

Con la información presentada en la sección anterior (Análisis de Contexto) es posible identificar con mayor claridad el entorno existente para la realización de la evaluación, así como las limitaciones y puntos fuertes. La Tabla 26 resume las condiciones favorables presentes y no presentes en cada uno de los métodos propuestos por DESMET.

Método de evaluación	Condiciones favorables	Presente		%
		SI	NO	
Experimento	Tiempo de aprendizaje relativamente corto		X	16,66%

cuantitativo	Deseo en lograr que LMS-MOSCA sea independiente del contexto		X	
	Beneficios claramente cuantificables		X	
	LMS-MOSCA relacionado con una actividad o tarea simple		X	
	Beneficios directamente mensurables desde las salidas obtenidas		X	
	Disponibilidad de personal para tomar parte en el experimento	X		
Estudio de un caso cuantitativo	Personal con experiencia en mediciones	X		60%
	Beneficios cuantificables en un solo proyecto	X		
	Proceso de desarrollo estable	X		
	Tiempos de evaluación proporcionales con el tiempo de desarrollo de los proyectos		X	
	Beneficios cuantificables antes de retirar los indicadores del LMS-MOSCA		X	
Encuestas cuantitativas	Beneficios cuantificables en un solo proyecto	X		33,33%
	Existencia de una base de datos con datos como: productividad y calidad medida por el LMS-MOSCA		X	
	Experiencia en proyectos haciendo uso de LMS-MOSCA		X	
Análisis de características por proyección	Período cortos de tiempo para realizar la evaluación	X		50%
	Número grande de características del LMS-MOSCA		X	
Análisis de características por Estudio de Caso	Dificultad para cuantificar beneficios	X		60%
	Beneficios observables en un proyecto determinado	X		
	Población de usuarios del LMS-MOSCA limitado		X	
	Proceso de desarrollo estable	X		
	Escalas de tiempo para evaluación proporcional con el tiempo de desarrollo de los proyectos		X	
Análisis de características por experimento	Dificultad para cuantificar beneficios	X		60%
	Período cortos de tiempo para realizar la evaluación	X		
	Tiempos de aprendizaje relativamente cortos		X	
	Beneficios directamente mensurables desde los resultados obtenidos de tareas específicas.		X	
	Población de usuarios del LMS-MOSCA variada	X		
Análisis de características por encuesta	Dificultad para cuantificar beneficios	X		50%
	Población de usuarios del LMS-MOSCA variada	X		
	Beneficios no observables en un solo proyecto		X	

	Experiencia en proyectos haciendo uso del LMS-MOSCA		X	
Análisis de efectos cualitativos	Ausencia de procesos de desarrollo estables		X	25%
	Disponibilidad de opiniones expertas en evaluaciones de modelos similares	X		
	Requerimiento para mezclar y combinar las características del LMS-MOSCA		X	
	Interés en la evaluación del LMS-MOSCA		X	
Benchmarking	El LMS-MOSCA requiere intervención humana dedicada en su aplicación	X		50%
	La salida del LMS-MOSCA puede ser clasificada de acuerdo a las bondades del modelo		X	

Tabla 26. Condiciones favorables presentes y no presentes en cada uno de los métodos propuestos por DESMET
Fuente: Elaboración propia

Después de revisadas las condiciones favorables presentes y no presentes en cada uno de los métodos propuestos por DESMET, se observó que tres métodos de evaluación alcanzaron la puntuación 60% (ver en la Tabla 26), sin embargo, para el presente trabajo se toma la evaluación del modelo utilizando el Análisis de Características por Estudio de Caso, debido a que con este se analizan las características del modelo en un proyecto real, esto es, aplicar el modelo basado en Características para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje en el Sistema Moodle de PDVSA ya que se contaba con acceso al mismo.

La siguiente sección describe de forma los pasos que conforman dicho método de evaluación.

6.4. Análisis de Características por Estudio de Caso

El método Análisis de Características por Estudio de Caso, consiste en la evaluación de un modelo, una vez que este se aplique a un proyecto de software real.

La Figura 18 describe los pasos que componen el método, allí se pueden visualizar dos grandes procesos. El primero es el que todo Análisis de Características debe considerar y posee los siguientes pasos: definir el alcance de la evaluación, definir la base de la evaluación, definir roles y responsabilidades, definir premisas y restricciones, definir escalas de tiempo y esfuerzo requeridos y por último aplicar el procedimiento de evaluación escogido.

El segundo proceso es la aplicación del paso 6 del Análisis de Características, para efectos de la evaluación es el Estudio de Caso y sus pasos son: seleccionar el método a evaluar, identificar el conjunto de características que permiten la evaluación, seleccionar el proyecto piloto, probar El Modelo de Calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje en el proyecto piloto, asignar puntuación a las características a evaluar y analizar los resultados obtenidos y realizar un reporte de la evaluación.

Con la selección del método y la ilustración de los pasos que componen el método de evaluación se da por culminada la actividad 7 del Ciclo Metodológico, la cual además da fin a la fase Tomar la Acción y provee los insumos necesarios para la siguiente fase Evaluar. En

la siguiente sección se procede entonces a describir la actividad 8 del ciclo metodológico la Evaluación a través del método arrojado por DESMET.

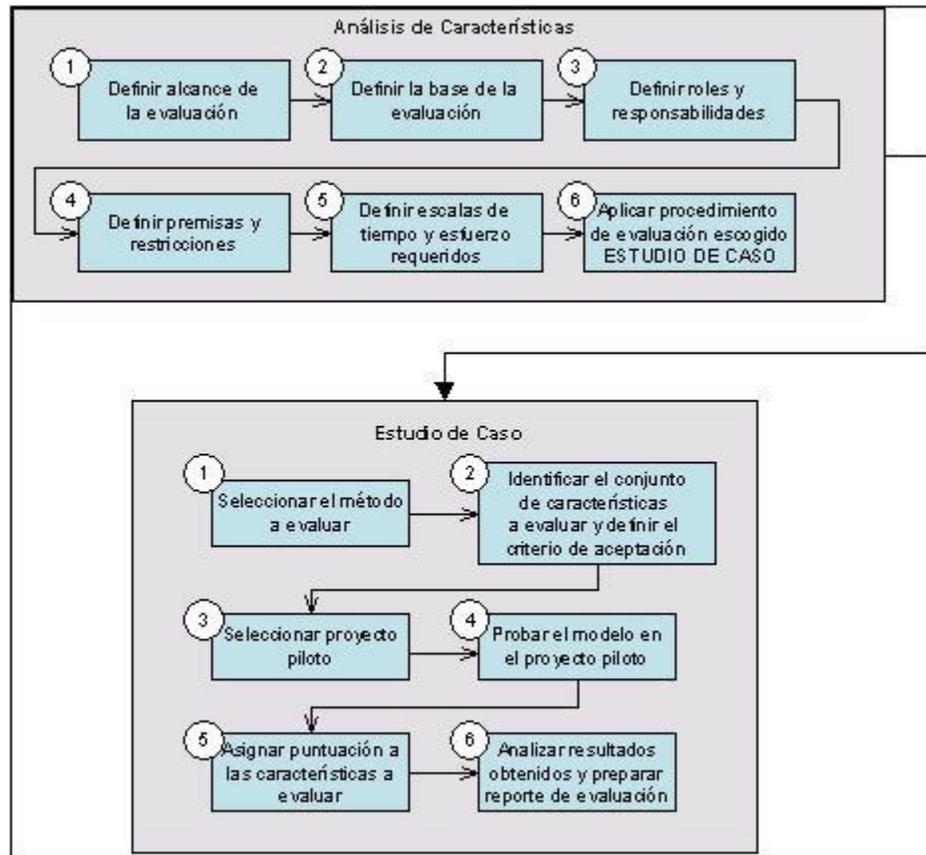


Figura 18. Proceso de aplicación de un Análisis de Características por Estudio de Caso
Fuente: Elaboración propia

6.5. Evaluación del Modelo de Calidad basado en características para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje

La siguiente actividad del Ciclo Metodológico corresponde a la Evaluación a través del método sugerido por DESMET. Esta es la primera etapa de la Fase Evaluar de la metodología de investigación.

De acuerdo al resultado obtenido en la sección anterior, DESMET sugiere la evaluación a través del Análisis de Características por Estudio de Caso. Como se mostró en la Figura 18 está evaluación comprende un proceso general que es el Análisis de Características y un proceso específico que es el Estudio de Caso. Las actividades que se realizan en ambos procesos se describieron en la sección anterior. En esta sección se describe la evaluación del modelo desde el proceso general Análisis de Características hasta el específico Estudio de Caso.

6.5.1. Análisis de Características

A continuación se describen los pasos del Análisis de Características de acuerdo al proceso mostrado en la Figura 18.

Paso 1. Definir el alcance de la evaluación

El presente trabajo de investigación contempla la evaluación de una propuesta de un Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, en un equipo encargado de la administración del Sistema de Gestión de Aprendizaje de PDVSA, el cuál es Moodle.

Paso 2. Definir la base de la evaluación

Según Kitchenham y Jones [Kitchenham y Jones, 1997], el nivel de confianza requerido por la evaluación está enlazado con la profundidad en la investigación realizada. La presente evaluación esta basada en el estudio bibliográfico y metodológico documentado en Capítulos anteriores.

Paso 3. Definir roles y responsabilidades

Los roles relacionados con el ejercicio de evaluación son los siguientes:

- El patrocinante: el ejercicio de evaluación fue patrocinado por el Departamento de AIT y Recursos Humanos de Petróleos de Venezuela S.A., los cuáles se encontraron interesados en llevar a cabo la evaluación y es por ello que suministraron toda su experiencia como apoyo en este proceso. Adicionalmente, se contó con el apoyo del Laboratorio de Investigación de Sistemas de Información de la Universidad Simón Bolívar (LISI).
- Tesista: es el autor del presente trabajo. Sus responsabilidades fueron: preparación del plan de evaluación, identificación del objeto de la evaluación, identificación y definición de las características a evaluar en el Modelo, organización del objeto de evaluación, recopilación y análisis de los resultados obtenidos y preparación del informe final y recomendaciones.
- El evaluador: es el responsable de llevar a cabo la evaluación, en este caso fueron los administradores del sistema, que a su vez son usuarios potenciales en el uso del Sistema de Gestión de Aprendizaje en PDVSA.

Paso 4. Definir premisas y restricciones

El proceso de evaluación se encontró sujeto a los siguientes factores:

- Disponibilidad de tiempo y dedicación por parte de los evaluadores, quienes tienen muchas actividades asignadas como administradores del sistema.
- Duración máxima para la realización de la evaluación, la cual está determinada por el tiempo estipulado para la culminación del trabajo de grado.

Paso 5. Definir escalas de tiempo y esfuerzo requerido

Para Kitchenham [Kitchenham et al., 1997], es necesario especificar las actividades que se realizarán para completar el proceso de evaluación y el tiempo que se dedicará a cada actividad, a continuación se presentan dichas actividades:

- a. Elaboración del plan de evaluación: 2 días
- b. Elaboración de los instrumentos de evaluación: 3 días
- c. Solicitud y aprobación del proceso de evaluación por parte de la organización: 4 días.
- d. Evaluación y ponderación de las características: 3 días
- e. Análisis de resultados: 3 días
- f. Elaboración de conclusiones y recomendaciones: 3 días

Paso 6. Aplicar procedimiento de Evaluación escogido

Una vez cumplidos los pasos generales correspondientes al Análisis de Características se procedió a llevar a cabo el proceso relativo al Estudio de Caso (ver Figura 18), esta actividad se presenta a continuación.

6.5.2. Estudio de Caso

En la presente sección se detallan las actividades que se llevaron a cabo durante un estudio de caso de acuerdo al proceso mostrado en la Figura 18.

Actividad 1. Seleccionar el método a evaluar

Como se presentó con anterioridad el objeto de evaluación es el Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, la cual tiene por objetivo dar una herramienta a las organizaciones para soportar la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje con un modelo de Calidad.

Actividad 2. Identificar el conjunto de características que permiten la evaluación

Para poder evaluar de una forma efectiva, tanto el Modelo como cada una de sus categorías, características, sub-características, sub-sub-características y métricas es necesario establecer un conjunto de aspectos a evaluar que van desde lo más general: El Modelo basado en características; a lo más específico: las métricas. Estos aspectos son los que Kitchenham y Jones [Kitchenham y Jones, 1997] llaman características.

Kitchenham y Jones [Kitchenham y Jones, 1997] señalan que existen dos tipos de característica:

- Simples: se utilizan cuando la característica se encuentra presente o ausente en el contexto de evaluación, esto es determinado mediante una escala nominal (Si, No)
- Compuestas: son utilizadas cuando la existencia o conformidad de una característica puede ser medida con una escala ordinal.

Para efectos de la presente evaluación se utilizaron sólo características simples para obligar al evaluador a establecer un criterio claro de aceptación.

Las características más generales evalúan el modelo en un nivel macro, a saber el subárbol Producto como un todo y sus Categorías. Las características generales y su definición conceptual se presentan en la Tabla 27.

Característica General	Descripción	Escala
Pertinencia del modelo propuesto	Se refiere a si el modelo propuesto es pertinente o no dentro del proceso de especificación de la calidad del software.	1: significa que el modelo propuesto es pertinente 0: significa que el modelo propuesto no es pertinente.
Complejidad de las categorías involucradas	Se refiere a si las Categorías: Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad dan cobertura total a los aspectos de calidad de la especificación del software	1: significa que el modelo propuesto es completo en cuanto a las categorías utilizadas. 0: significa que de acuerdo al contexto existen categorías que deberían ser consideradas al modelo.
Adecuación al contexto	Se refiere a si la especificación del modelo es adecuada en el contexto de la evaluación	1: significa que el modelo se adecua al contexto de la evaluación 0: significa que el modelo no es adecuada en el contexto de la evaluación
Precisión del nivel de calidad especificado por el modelo	Se refiere a si la calidad especificada por el modelo en el proyecto piloto fue precisa	1: significa que el nivel de calidad especificado es preciso 0: significa que el nivel de calidad especificado es impreciso

Tabla 27. Características Generales a evaluar para el Modelo propuesto
Fuente: Elaboración propia

Una vez especificadas las características generales es necesario establecer un conjunto de características que permitan evaluar las métricas del modelo, por lo que se establecieron un conjunto de características que permitan evaluar las métricas del modelo. Las características a considerar se presentan en la Tabla 28.

Característica Específica	Descripción	Escala
Pertinencia de la métrica	Se refiere a si una métrica es adecuada para medir la existencia o no de la característica donde se encuentra	1: significa que la métrica es pertinente 0: significa que la métrica no es pertinente
Factibilidad de la métrica	Se refiere a si es factible medir la característica propuesta en la métrica dentro del contexto de evaluación	1: significa que la métrica es factible 0: significa que la métrica no es factible
Nivel de profundidad	Se refiere a si la métrica a verificar tiene el nivel de profundidad adecuado para que el resultado sea relevante	1: significa que la métrica tiene el nivel de profundidad adecuado 0: significa que se requiere una mayor profundidad en la métrica
Escala de la métrica	Se refiere a si la escala propuesta es adecuada para medir la métrica	1: significa que la escala es adecuada 0: significa que la escala no es adecuada

Tabla 28. Características Específicas a evaluar para el Modelo propuesto
Fuente: Elaboración propia

Una vez establecidas las características a aplicar para evaluar el modelo de Calidad se requirió especificar el criterio de aceptación. Dicho criterio se presenta a continuación.

- o Para que el Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje se considere aceptable, todas sus Categorías deben ser aceptables con más del 75%.

- Para que una Característica dentro de una Categoría se considere aceptable, debe obtener el 75% o más del promedio de todas las respuestas para dicha característica.
- Para que una Métrica dentro de una Característica se considere aceptable, debe obtener el 75% o más del promedio de todas las respuestas para dicha métrica.

Culminada la actividad de identificación de características que permiten la evaluación y establecido el criterio de aceptación a utilizar se da por culminada la actividad 2 del Estudio de Caso (ver Figura 18).

Actividad 3. Seleccionar el proyecto piloto

La siguiente actividad dentro del proceso que se debe seguir para realizar el Estudio de Caso es la Selección de un Proyecto Piloto. Para la selección del proyecto se utilizaron los siguientes criterios:

- Tamaño de la compañía de medio a grande.
- El proyecto debería ser de alta relevancia para la compañía.
- Se requiere que el proyecto haya sido desarrollado por más de dos personas.
- La organización debería estar dispuesta a colaborar a lo largo de la aplicación del modelo y del posterior proceso de evaluación.

De acuerdo a los parámetros establecidos se seleccionó una organización venezolana de tamaño grande (70.000 empleados a nivel nacional), líder en el área de Petróleo. Esta organización es PDVSA.

Por requerimiento de la empresa fue seleccionada la plataforma de aprendizaje en línea, está lleva el nombre "Ambiente Digital de Aprendizaje" (ADA), la cuál permite la gestión de aprendizaje, utilizando todos los beneficios de las Tecnologías de la Información y las Comunidades. ADA se encuentra sobre la plataforma tecnológica Moodle.

El objetivo fue usar el modelo propuesto en el Sistema Moodle de la organización y así poder medir que el Sistema de Gestión de Aprendizaje (Moodle) usado para el adiestramiento de sus empleados, cuenta con características e-learning, Sistema de Gestión de Aprendizaje y calidad. La empresa aspira contar con una especificación de la calidad que le permita tomar acciones y minimizar riesgos al momento de proveer aprendizaje en línea a sus empleados.

El ambiente ADA cuenta con un equipo multidisciplinario compuesto por: 5 personas en el área de Automatización, Informática y Telecomunicaciones, las cuáles se encargan del mantenimiento de la plataforma, Desarrollo e Implantación de Soluciones y Gestión de Necesidades y Oportunidades. Por parte del área de Recursos Humanos se encuentran entrenadas 3 personas, las cuáles crean las cuentas de usuarios y son instructores. Los roles dentro del sistema son: Administradores, Profesores y Estudiantes.

Culminada la selección del proyecto piloto fue necesario en primer lugar probar el Modelo para luego evaluarlo. En la siguiente sección se detalla la prueba realizada.

Actividad 4. Probar el modelo en el Sistema Moodle

Los encargados de realizar la prueba del modelo fueron los miembros del equipo especificados en la sección anterior, específicamente las personas encargadas del mantenimiento de la plataforma. En la actividad 6 se muestran los resultados y se analizan y en los Anexos IV y V se presentan las respuestas de la evaluación en detalle.

Actividad 5. Asignar puntuación a las características a evaluar

La siguiente actividad en el proceso que se debe seguir para realizar un Estudio de Caso corresponde a la asignación de puntuación a las características a evaluar (ver Figura 18). Para la recolección de esta información se suministró a dos de los miembros del equipo mantenimiento de la plataforma el modelo a evaluar.

Una vez recolectados los datos se procedió a analizar los resultados alcanzados. Este análisis se presenta en la siguiente sección.

Actividad 6. Analizar resultados obtenidos y preparar reporte de evaluación

La sexta y última actividad del proceso Estudio de Caso corresponde al análisis de resultados.

Los resultados y análisis de los resultados fueron divididos en 3 partes:

- Parte I: Evaluación de las características generales
- Parte II: Evaluación de las métricas del modelo
- Parte III: Evaluación del modelo en el Sistema Moodle de PDVSA

Es importante destacar que los evaluadores del modelo, son personas con experiencia en evaluación de Sistemas de Gestión de Aprendizaje y en el uso del Sistema Moodle, lo que les facilitó el uso del Modelo en la evaluación. Con esto se quiere acotar que para usar el Modelo los evaluadores deben poseer conocimientos en e-learning y Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

Parte I: Evaluación de las características generales

En esta sección se presentan los resultados de las Características Generales del modelo. Las características generales que se evaluaron están relacionadas a las categorías, características, sub-características y sub-sub-características del modelo. Es importante destacar que después que las personas evaluaron el modelo y lo aplicaron a Moodle, se realizó una llamada telefónica para comprobar los resultados.

En el Anexo IV se presenta en detalle el resultado de la evaluación de las características generales.

1. Evaluación categorías del modelo

La primera evaluación esta relacionada a las categorías Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad. A continuación los resultados y los elementos resaltantes de dicha evaluación.

1.1. Resultados

La Figura 19 muestra los resultados en cuanto a las categorías seleccionadas en el modelo.

1.2. Elementos resaltantes

- Como puede observarse en la Figura 19 todas las categorías alcanzaron el 100% que es el máximo porcentaje en la evaluación.
- Los evaluadores consideraron que las categorías Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad son Pertinentes, son Completas en cuanto a su especificación, son Adecuadas en el contexto de evaluación y Precisas en el resultado alcanzado.

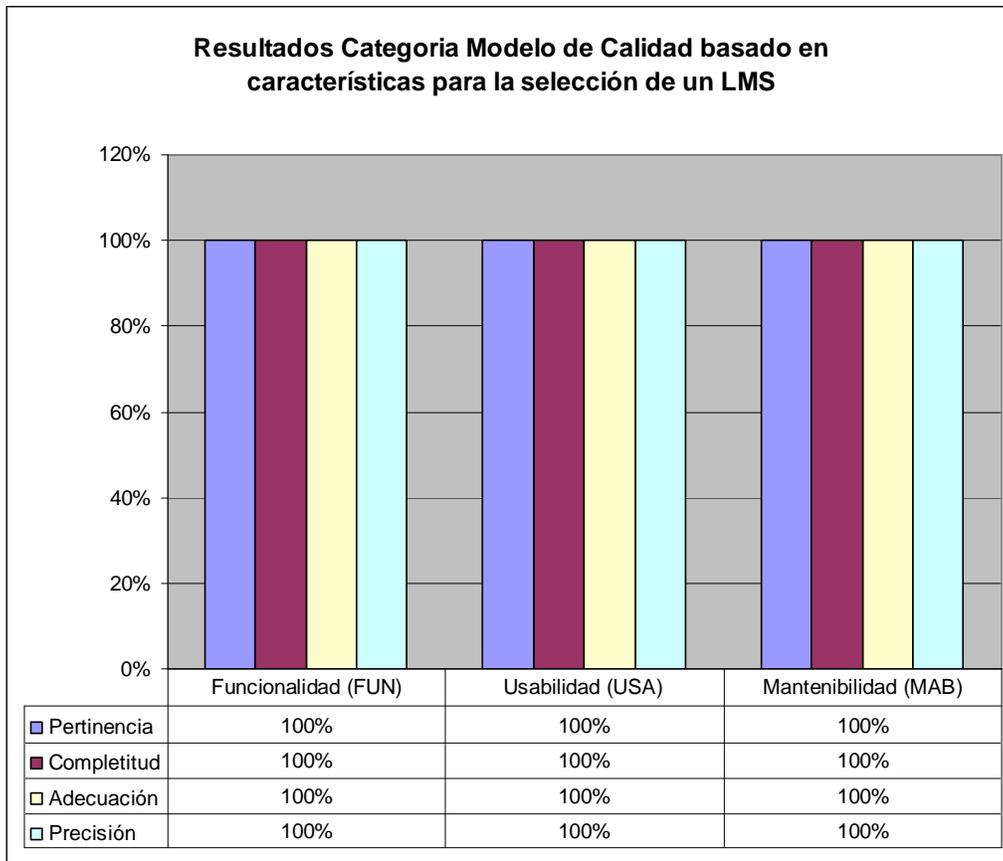


Figura 19. Resultados Categoría Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

2. Evaluación características del modelo

La segunda evaluación esta relacionada con las características específicas de las categorías:

- Funcionalidad: Ajuste a los propósitos (FUN 1), Interoperabilidad (FUN 2), Seguridad (FUN 3).

- Usabilidad: Facilidad de comprensión (USA1), Capacidad de Aprendizaje (USA 2), Interfaz Gráfica (USA 3) y Operabilidad (USA 4).
- Mantenibilidad: Capacidad de Análisis (MAB 1), Capacidad de Cambio (MAB 2), Estabilidad (MAB 3), Capacidad de Prueba (MAB 4) y Cohesión (MAB 6).

2.1. Resultados

Las Figuras 20, 21 y 22 muestran los resultados en cuanto a las características seleccionadas de las categorías Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad respectivamente.

2.2. Elementos resaltantes

- En la Figura 20 puede observarse que las características de la categoría Funcionalidad: Ajuste a los propósitos (FUN 1), Interoperabilidad (FUN 2), Seguridad (FUN 3) 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.

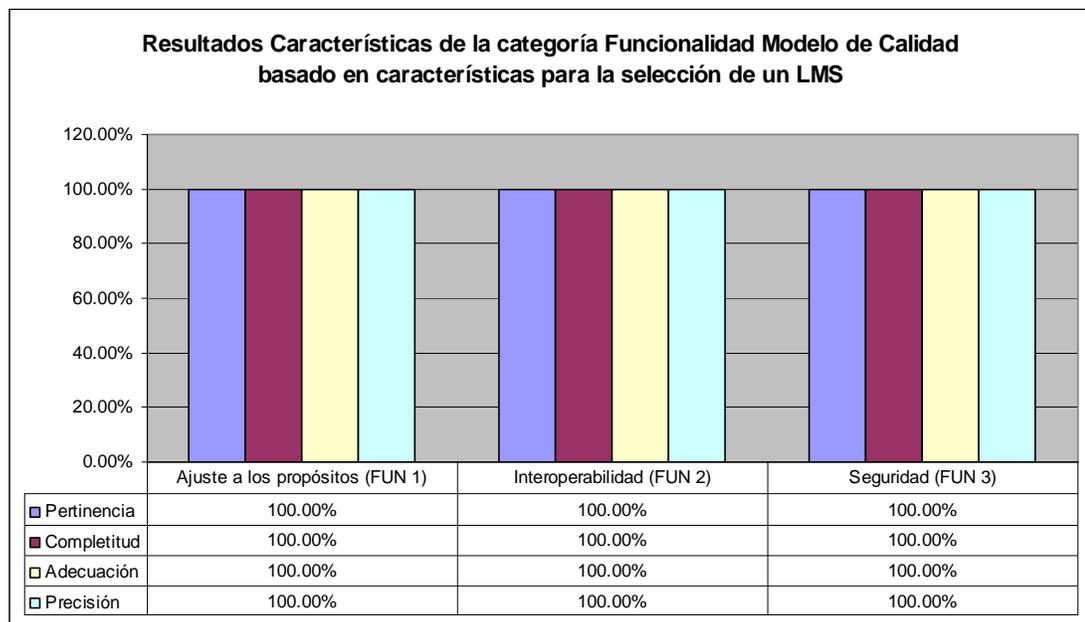


Figura 20. Resultados Características de la Categoría Funcionalidad del Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

- En la Figura 21 puede observarse que las características de la categoría Usabilidad: Facilidad de comprensión (USA1), Capacidad de Aprendizaje (USA 2), Interfaz Gráfica (USA 3) y Operabilidad (USA 4) 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.

- En la Figura 22 puede observarse que las características de la categoría Mantenibilidad: Capacidad de Análisis (MAB 1), Capacidad de Cambio (MAB 2), Estabilidad (MAB 3), Capacidad de Prueba (MAB 4) y Cohesión (MAB 6), 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.

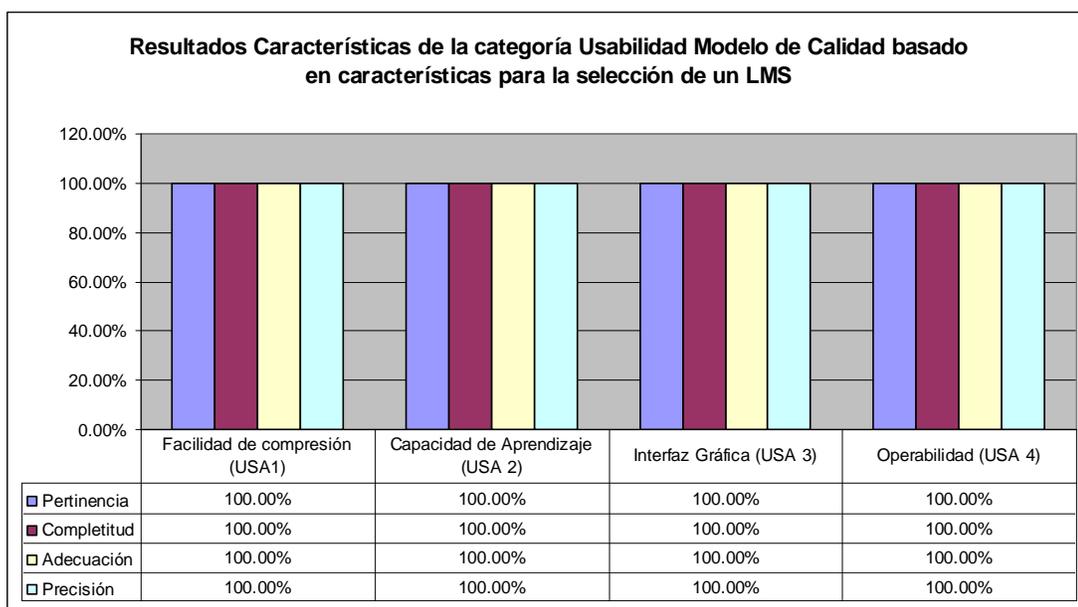


Figura 21. Resultados Características de la Categoría Usabilidad del Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

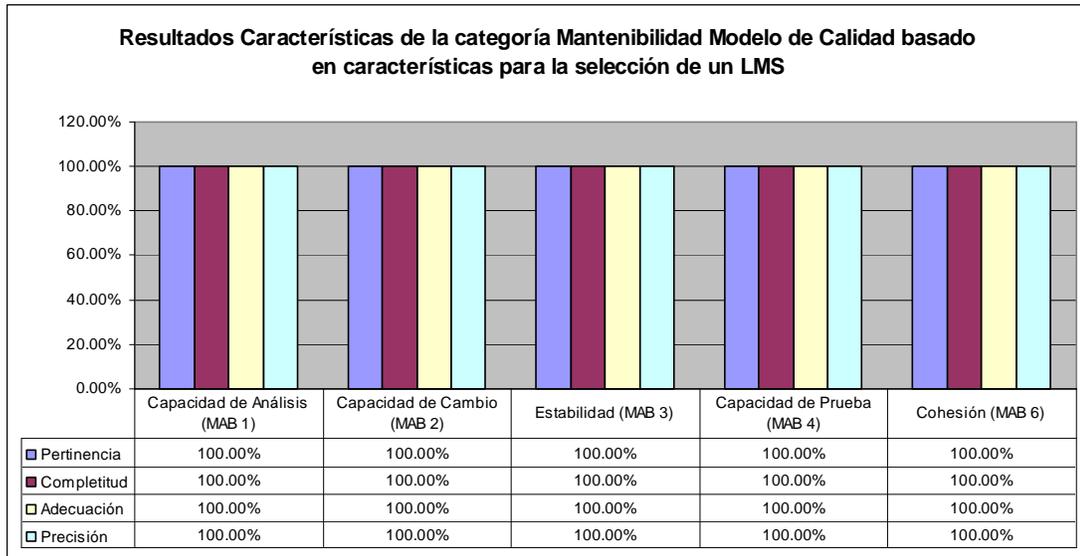


Figura 22. Resultados Características de la Categoría Mantenibilidad del Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

3. Evaluación sub-características del modelo

La tercera evaluación está relacionada con las sub-características de las características: Ajuste a los propósitos (FUN 1), Interoperabilidad (FUN 2) y Seguridad (FUN 3) de la categoría Funcionalidad:

- Ajuste a los propósitos (FUN 1): Comunicación y Colaboración (FUN 1.1), Distribución de Contenido (FUN 1.2), Seguimiento y Evaluación (FUN 1.3) y Administración (FUN 1.4)
- Interoperabilidad (FUN 2): Seguimiento de estándares (FUN 2.1), Acceso a otros Sistemas (FUN 2.2) y Acceso a Base de Datos (FUN 2.3)
- Seguridad (FUN 3): Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1) y Capacidad de Auditoría (FUN 3.2)

3.1. Resultados

Las Figuras 23, 24 y 25 muestran los resultados en cuanto a las sub-características seleccionadas.

3.2. Elementos resaltantes

- En las Figuras 23, 24 y 25 pueden observarse que las sub-características de las características Ajuste a los Propósitos, Interoperabilidad y Seguridad, 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.

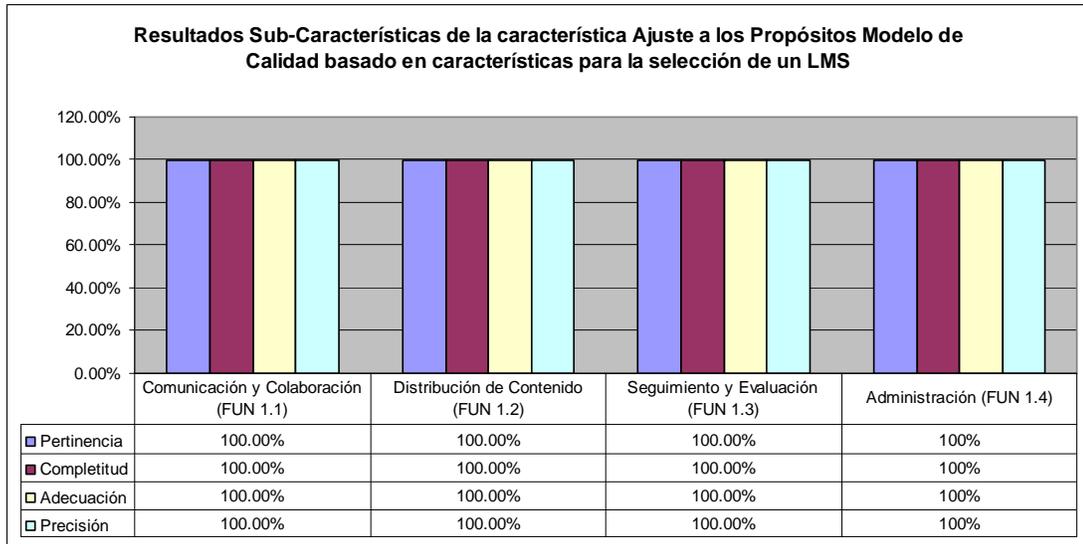


Figura 23. Resultados Sub-Características de la característica Ajuste a los Propósitos Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

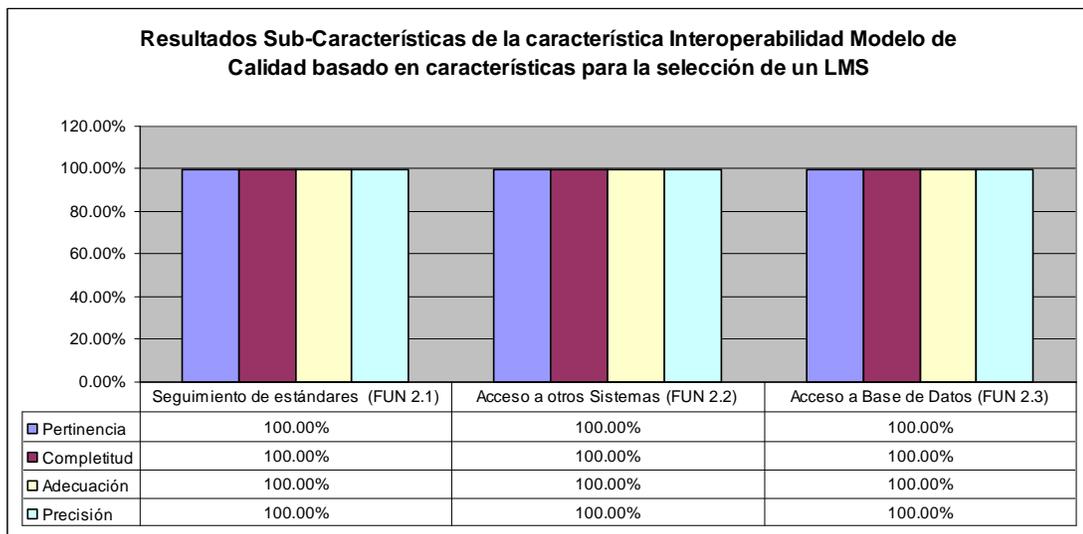


Figura 24. Resultados Sub-Características de la característica Interoperabilidad Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

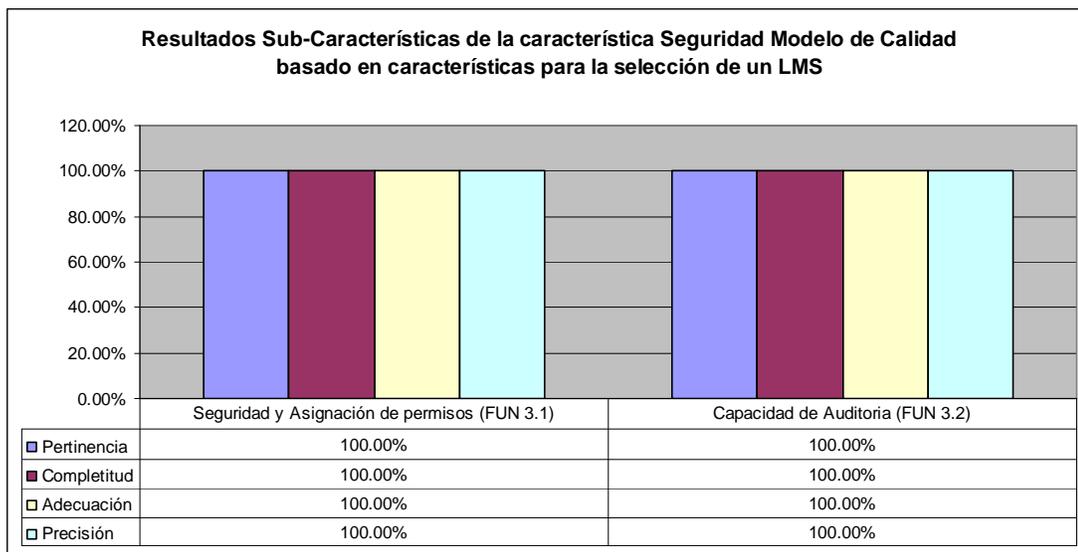


Figura 25. Resultados Sub-Características de la característica Seguridad Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

4. Evaluación sub-sub-características del modelo

La cuarta evaluación está relacionada con las sub-sub-características de las sub-características: Comunicación y Colaboración (FUN 1.1), Distribución de Contenido (FUN 1.2) y Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1) de la categoría Funcionalidad:

- Comunicación y Colaboración (FUN 1.1): Correo electrónico (FUN 1.1.1), Audioconferencia (FUN 1.1.2), Videoconferencia (FUN 1.1.3), Foros (FUN 1.1.4), Listas de enlaces – Bookmarks (FUN 1.1.5), Wikis (FUN 1.1.6), Blogs (FUN 1.1.7), Usuarios conectados (FUN 1.1.8), Acceso a través de red (FUN 1.1.9) y Acceso desde navegadores (FUN 1.1.10)
- Distribución de Contenido (FUN 1.2): Repositorio de documentos (FUN 1.2.1), Intercambio de archivos (FUN 1.2.2), Transferencia de archivos (FUN 1.2.3), Cursos (FUN 1.2.4), Ambiente (FUN 1.2.5) y Authoring (FUN 1.2.6)
- Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1): Encriptación (FUN 3.1.1), Autenticación a través de Usuario y Password (FUN 3.1.2), Asignación de Roles (FUN 3.1.3) y Manejo de autorizaciones por curso (FUN 3.1.4)

4.1. Resultados

Las Figuras 26, 27 y 28 muestran los resultados en cuanto a las sub-sub-características seleccionadas.

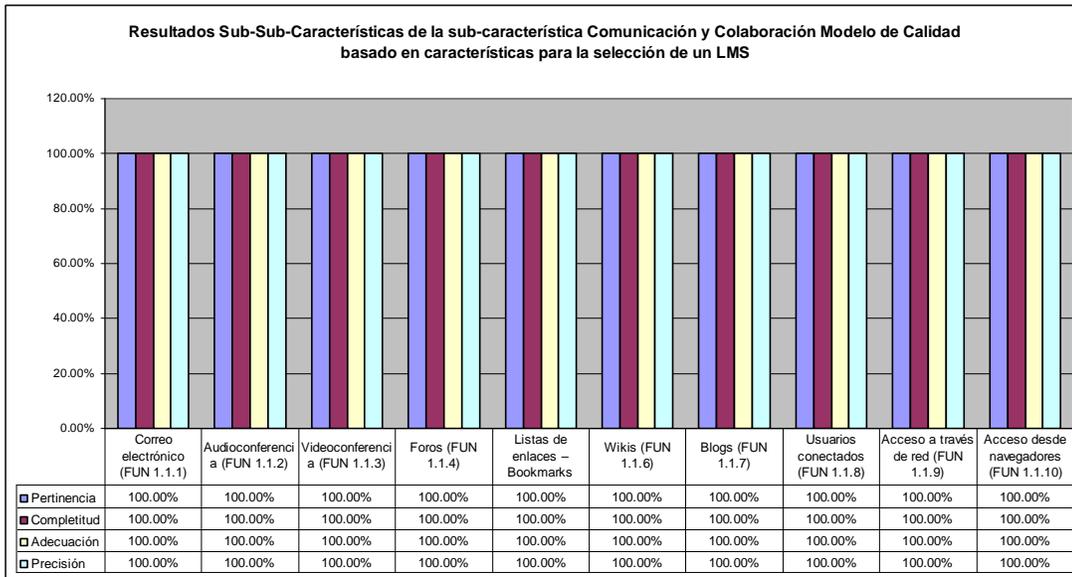


Figura 26. Resultados Sub-Sub-Características de la sub-característica Comunicación y Colaboración Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

4.2. Elementos resaltantes

En las Figuras 26, 27 y 28 pueden observarse que las sub-sub-características de las sub-características Comunicación y Colaboración, Distribución de Contenido y Seguridad y Asignación de permisos 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.

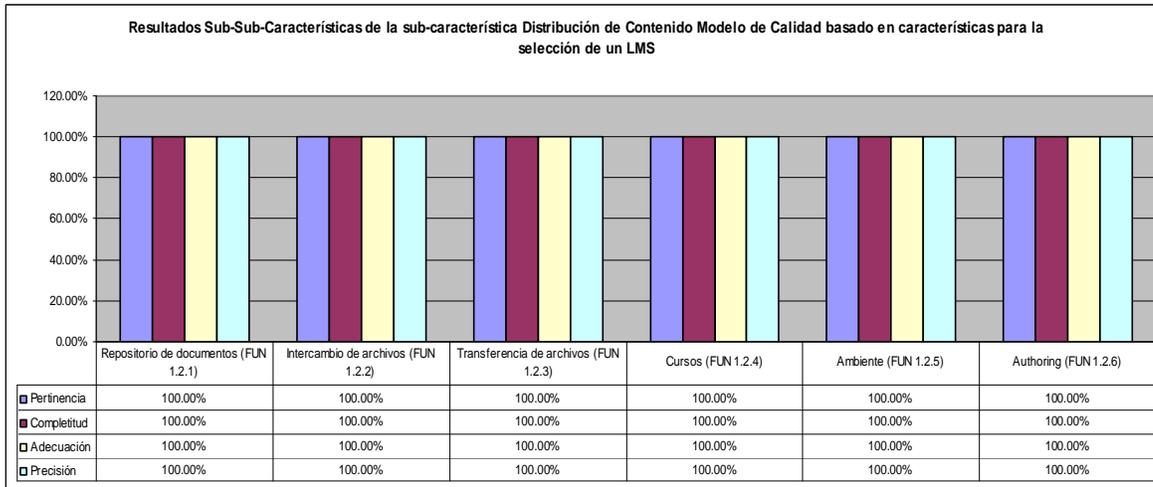


Figura 27. Resultados Sub-Sub-Características de la sub-característica Distribución de Contenido Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

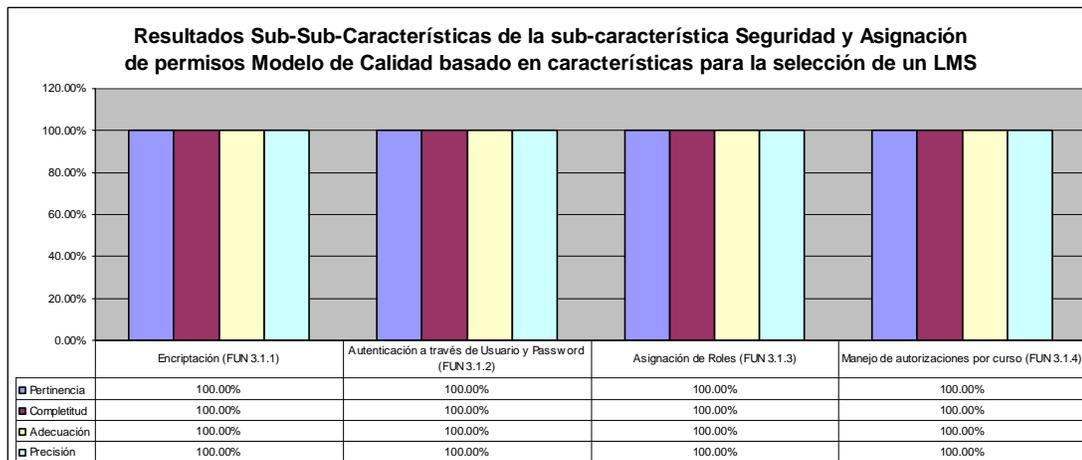


Figura 28. Resultados Sub-Sub-Características de la sub-característica Seguridad y Asignación de permisos Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

En vista de que para cada categoría, característica, sub-característica y sub-sub-característica el valor alcanzado fue el máximo, esto el 100% y según lo establecido en el criterio de aceptación se considera que el Modelo de Calidad para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje es Aceptable, en cuanto a las características generales del Modelo.

Parte II: Evaluación de las métricas del modelo

En esta sección se presentan los resultados de la evaluación de las métricas del modelo.

En el Anexo V se presenta en detalle el resultado de la evaluación de las métricas.

Resultados

La Figura 29 se muestra los resultados de la evaluación de las métricas del modelo.

Elementos resaltantes

- Como puede observarse en la Figura 29 el 100% de todas las métricas de la Categoría Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad fueron consideradas Pertinentes, es decir adecuadas para medir la existencia de la característica donde se encuentra.
- En el caso de la factibilidad, los evaluadores consideraron que el 100% de las métricas son Factibles de evaluar en el contexto en que se aplicaron.
- En el caso de la profundidad se puede observar en la Figura 29 que para los evaluadores el 100% de las métricas de la categoría presentaban la Profundidad adecuada para que el resultado sea relevante.

- o Los evaluadores consideraron que el 100% de las métricas poseen la Escala apropiada para medir la métrica.

Las métricas obtuvieron el 100% en la evaluación y según lo establecido en el criterio de aceptación se considera que el Modelo de Calidad para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje es Aceptable, en cuanto a las métricas del Modelo.

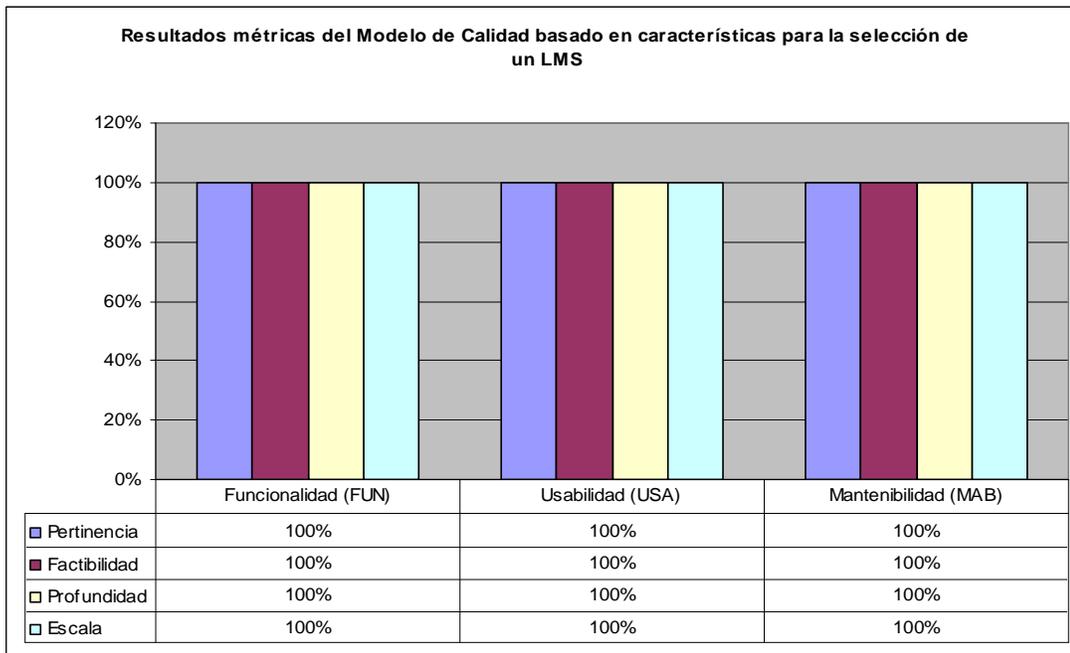


Figura 29. Resultados Métricas del Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un LMS
Fuente: Elaboración propia

Parte III: Evaluación del modelo en el Sistema Moodle de PDVSA

En esta sección se presentan los resultados de la evaluación o aplicación del modelo propuesto al Sistema Moodle de PDVSA.

Estos resultados y análisis de los mismos se muestran por: Categoría, Características, Sub-características y Sub-sub-características. En el Anexo V se presenta en detalle el resultado de la evaluación del modelo.

En la Tabla 29 se muestran los resultados totales de la evaluación del modelo en el Sistema Moodle de PDVSA.

Resultados - Características

En las Figuras 30, 31 y 32 se muestran los gráficos de los resultados de la evaluación del modelo por características.

Elementos resaltantes

- En la Figura 30 se muestra el gráfico con los resultados obtenidos para la categoría Funcionalidad. Allí se puede observar que el mayor porcentaje lo tiene la característica Seguridad con 96,92%, luego le sigue la característica Ajuste a los propósitos con 91,63%. Estos resultados son mayores al 75%, por lo tanto están dentro del criterio de Aceptación.
- La característica Interoperabilidad obtuvo el puntaje de 42,11%, el cuál fue el más bajo. Este resultado es menor al 75%, por lo tanto No están dentro del criterio de Aceptación. En la sección en donde se detallan las sub-características de la característica Interoperabilidad, se detallará la razón de este resultado.

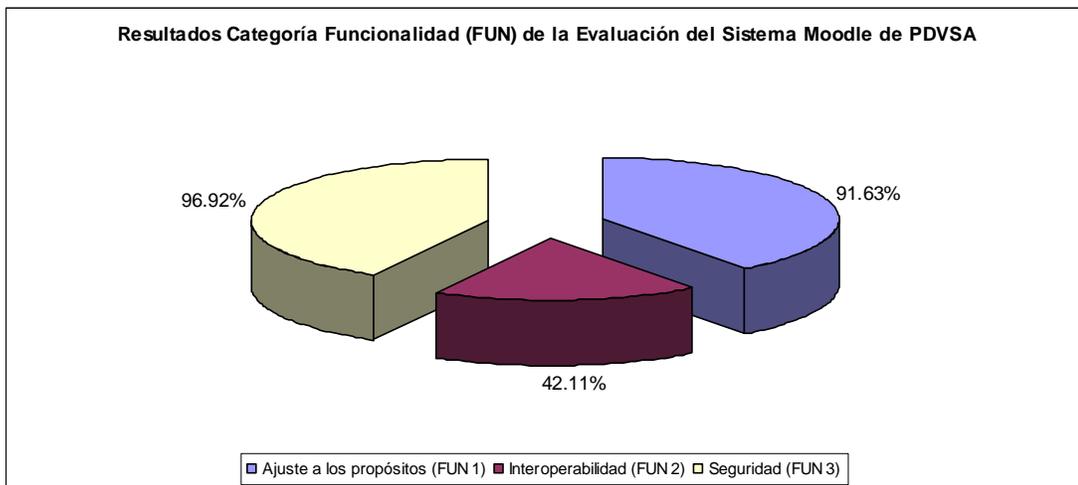


Figura 30. Resultados Categoría Funcionalidad (FUN) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA
Fuente: Elaboración propia

- En la Figura 31 se muestra el gráfico con los resultados obtenidos para la categoría Usabilidad. Se puede observar que el mayor porcentaje lo obtiene la característica Capacidad de Aprendizaje con 100%, le sigue la característica Interfaz Gráfica con 95% y luego Operabilidad con 90,91%. Estos resultados son mayores al 75%, por lo tanto están dentro del criterio de Aceptación.
- Por último esta Facilidad de Comprensión con 66,67%. Esto indica que se requiere de tiempo por parte del usuario para entender el sistema. Este resultado es menor al 75%, por lo tanto No están dentro del criterio de Aceptación.

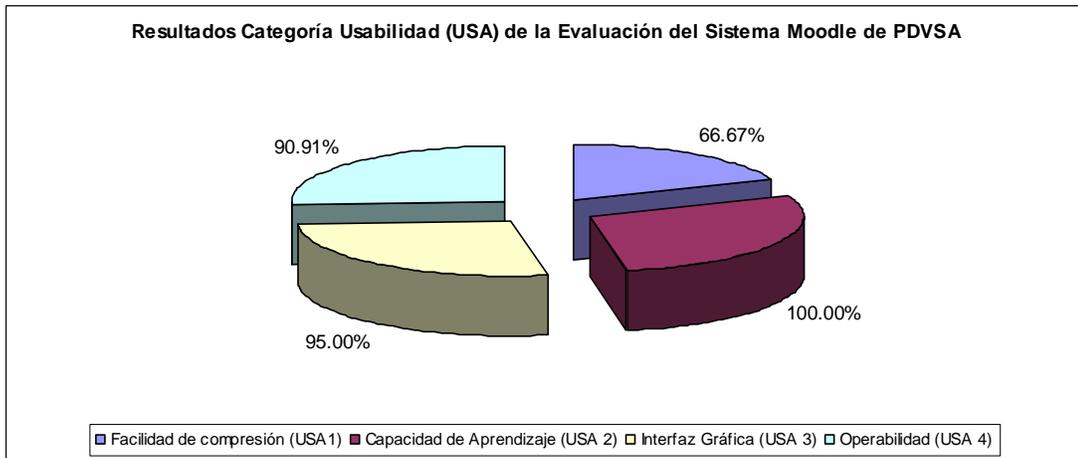


Figura 31. Resultados Categoría Usabilidad (USA) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA
Fuente: Elaboración propia

- o En la Figura 32 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.
- o Finalmente la característica Estabilidad obtuvo 50%, esto es porque Moodle puede tener efectos colaterales al realizarle modificaciones. Este resultado es menor al 75%, por lo tanto No están dentro del criterio de Aceptación.

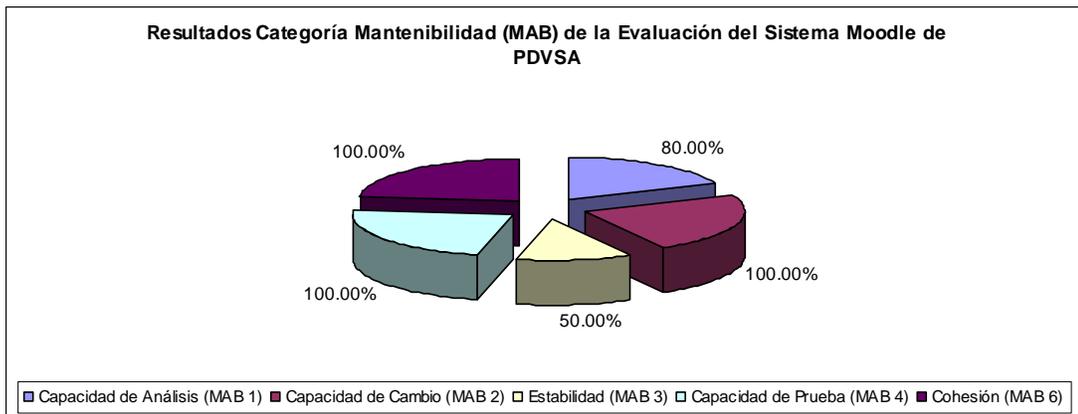


Figura 32. Resultados Categoría Mantenibilidad (MAB) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA
Fuente: Elaboración propia

En los siguientes gráficos se muestran cada una de las sub-características y sub-sub-características del modelo (en los casos que aplica), para así ir desglosando los resultados obtenidos en la evaluación del modelo.

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Porcentaje	Porcentaje Sub- Característica	Porcentaje Característica	Porcentaje Categoría
Funcionalidad (FUN)	Ajuste a los propósitos (FUN 1)	Comunicación y Colaboración (FUN 1.1)	Correo electrónico (FUN 1.1.1)	80.00%	76.67%	91.63%	84.60%
			Audioconferencia (FUN 1.1.2)	0.00%			
			Videoconferencia (FUN 1.1.3)	0.00%			
			Foros (FUN 1.1.4)	100.00%			
			Listas de enlaces – Bookmarks (FUN 1.1.5)	100.00%			
			Wikis (FUN 1.1.6)	100.00%			
			Blogs (FUN 1.1.7)	100.00%			
			Usuarios conectados (FUN 1.1.8)	100.00%			
			Acceso a través de red (FUN 1.1.9)	100.00%			
			Acceso desde navegadores (FUN 1.1.10)	100.00%			
	Distribución de Contenido (FUN 1.2)	Repositorio de documentos (FUN 1.2.1)	100.00%	98.57%			
		Intercambio de archivos (FUN 1.2.2)	100.00%				
		Transferencia de archivos (FUN 1.2.3)	100.00%				
		Cursos (FUN 1.2.4)	100.00%				
		Ambiente (FUN 1.2.5)	100.00%				
		Authoring (FUN 1.2.6)	93.75%				
	Seguimiento y Evaluación (FUN 1.3)		100.00%				
	Administración (FUN 1.4)		98.00%				
	Interoperabilidad (FUN 2)	Seguimiento de estándares (FUN 2.1)		83.33%	42.11%		
Acceso a otros Sistemas (FUN 2.2)			12.50%				
Acceso a Base de Datos (FUN 2.3)			40.00%				
Seguridad (FUN 3)	Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1)	Encriptación (FUN 3.1.1)	100.00%	96%	96.92%		
		Autenticación a través de Usuario y Password (FUN 3.1.2)	80.00%				
		Asignación de Roles (FUN 3.1.3)	100.00%				
		Manejo de autorizaciones por curso (FUN 3.1.4)	100.00%				
	Capacidad de Auditoria (FUN 3.2)		100.00%				
Usabilidad (USA)	Facilidad de comprensión (USA1)				66.67%	90.71%	
	Capacidad de Aprendizaje (USA 2)				100.00%		
	Interfaz Gráfica (USA 3)				95.00%		
	Operabilidad (USA 4)				90.91%		
Mantenibilidad (MAB)	Capacidad de Análisis (MAB 1)				80.00%	88.33%	
	Capacidad de Cambio (MAB 2)				100.00%		
	Estabilidad (MAB 3)				50.00%		
	Capacidad de Prueba (MAB 4)				100.00%		
	Cohesión (MAB 6)				100.00%		

Tabla 29. Evaluación del modelo en el Sistema Moodle de PDVSA
Fuente: Elaboración propia

Resultados – Sub-Características

En las Figuras 33, 34 y 35 se muestran los gráficos de los resultados de la evaluación del modelo por sub-características.

Elementos resaltantes

- En la Figura 33 se muestra el gráfico con los resultados obtenidos de las sub-características de la característica Ajuste a los Propósitos.
- La sub-característica que obtuvo el 100% fue Seguimiento y Evaluación (FUN 1.3). La sub-característica Distribución de Contenido (FUN 1.2) obtuvo 98,57% y la sub-característica Administración (FUN 1.4) obtuvo 98%. Finalmente Comunicación y Colaboración (FUN 1.1) obtuvo el 76,67%.
- Estos resultados de las sub-características es lo que lleva a entender el resultado de la característica Ajuste a los Propósitos, el cual fue de 91,63%, esto indica que Moodle posee suficientes herramientas para garantizar las funcionalidades de un Sistema de Gestión de Aprendizaje. La característica Ajuste a los Propósitos esta dentro del criterio de Aceptación.

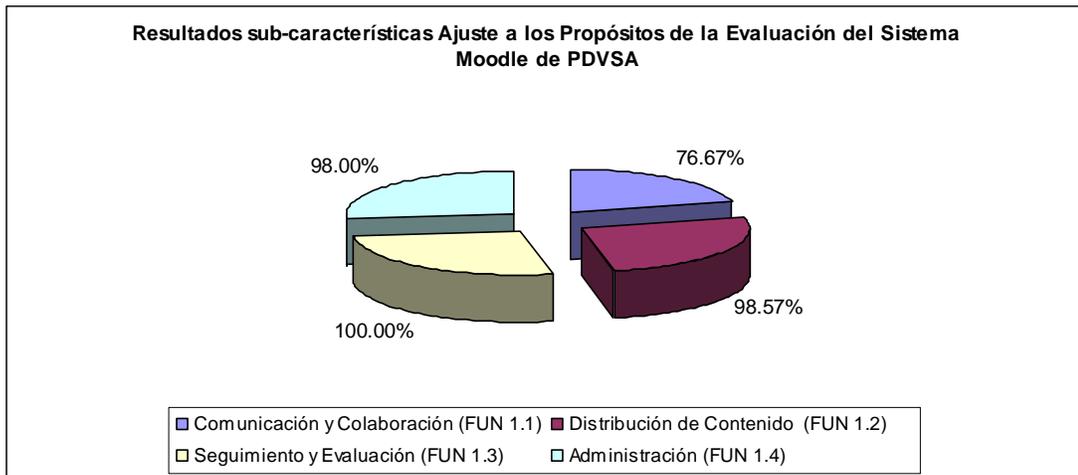


Figura 33. Resultados sub-características de la característica Ajuste a los Propósitos de la Categoría Funcionalidad (FUN) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA

Fuente: Elaboración propia

- En la Figura 34 se muestra el gráfico con los resultados obtenidos de las sub-características de la característica Interoperabilidad.
- Las sub-característica Seguimiento de estándares (FUN 2.1) obtuvo el 83,33%, la sub-característica Acceso a Base de Datos (FUN 2.3) obtuvo el 40% y luego le sigue la sub-característica Acceso a otros Sistemas (FUN 2.2) la cual obtuvo 12,50%.

- Se puede observar que el sistema Moodle tiene la sub-característica Acceso a otros Sistemas muy bajo, lo que significa que casi no permite el intercambio de información con Software de Planificación de Recursos Empresariales.
- La sub-característica Acceso a Base de Datos obtuvo una puntuación menor al 75%, lo que significa que Moodle posee acceso a bases de datos limitado.
- Estos resultados de las sub-características es lo que lleva a entender el resultado de la característica Interoperabilidad, el cual fue de 42,11%, esto indica que Moodle no posee suficientes bondades para interactuar con otros sistemas, bases de datos y seguimiento de estándares. La característica Interoperabilidad No está dentro del criterio de Aceptación.

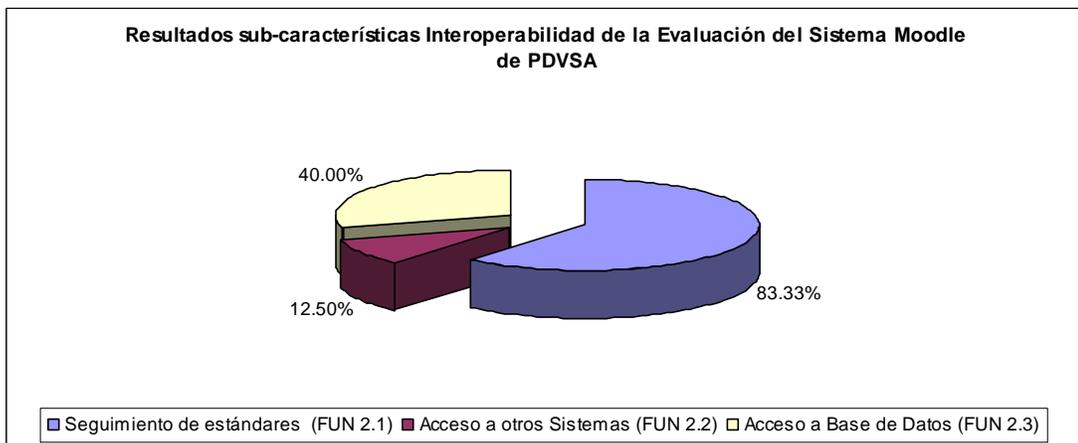


Figura 34. Resultados sub-características de la característica Interoperabilidad de la Categoría Funcionalidad (FUN) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA
Fuente: Elaboración propia

- En la Figura 35 se muestra el gráfico con los resultados obtenidos de las sub-características de la característica Seguridad.
- Las sub-características Capacidad de Auditoria (FUN 3.2) obtuvo el 100% y la sub-característica Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1) obtuvo el 96%.
- Estos resultados de las sub-características es lo que lleva a entender el resultado de la característica Seguridad, el cual fue de 96,92%, esto indica que Moodle posee suficientes bondades para garantizar la seguridad a los usuarios y administradores del sistema. La característica Seguridad está dentro del criterio de Aceptación.

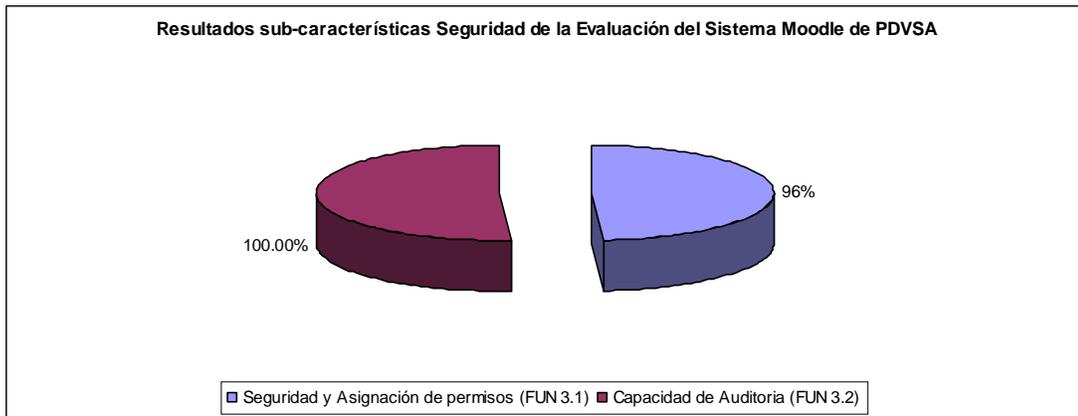


Figura 35. Resultados sub-características de la característica Seguridad de la Categoría Funcionalidad (FUN) de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA
Fuente: Elaboración propia

Resultados – Sub-Sub-Características

En las Figuras 36, 37 y 38 se muestran los gráficos de los resultados de la evaluación del modelo por sub-sub-características.

Elementos resaltantes

- En la Figura 36 se muestra el gráfico con los resultados obtenidos de las sub-sub-características de la sub- característica Comunicación y Colaboración.
- Las sub-sub-características que obtuvieron el 100% fueron Foros (FUN 1.1.4), Listas de enlaces – Bookmarks (FUN 1.1.5), Wikis (FUN 1.1.6), Blogs (FUN 1.1.7), Usuarios conectados (FUN 1.1.8), Acceso a través de red (FUN 1.1.9) y Acceso desde navegadores (FUN 1.1.10), luego la sub-sub-característica Correo electrónico (FUN 1.1.1) obtuvo el 80% y por último las sub-sub-características Audioconferencia (FUN 1.1.2) y Videoconferencia (FUN 1.1.3) obtuvieron el 0%.
- Estos resultados de las sub-sub-características es lo que lleva a entender el resultado de la sub-característica Comunicación y Colaboración, el cual fue de 76,67%. Las métricas que no fueron satisfactorias fueron: Uso de correo electrónico, Uso de Audioconferencia, Standard H.323, Uso de VoIP, Uso de Videoconferencia, Standard H.320, Standard H.323.
- Esto indica que Moodle posee suficientes herramientas para garantizar las funcionalidades de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, sin embargo, requiere de las funcionalidades Audioconferencia, Videoconferencia y Correo electrónico. La sub-característica Comunicación y Colaboración esta dentro del criterio de Aceptación.

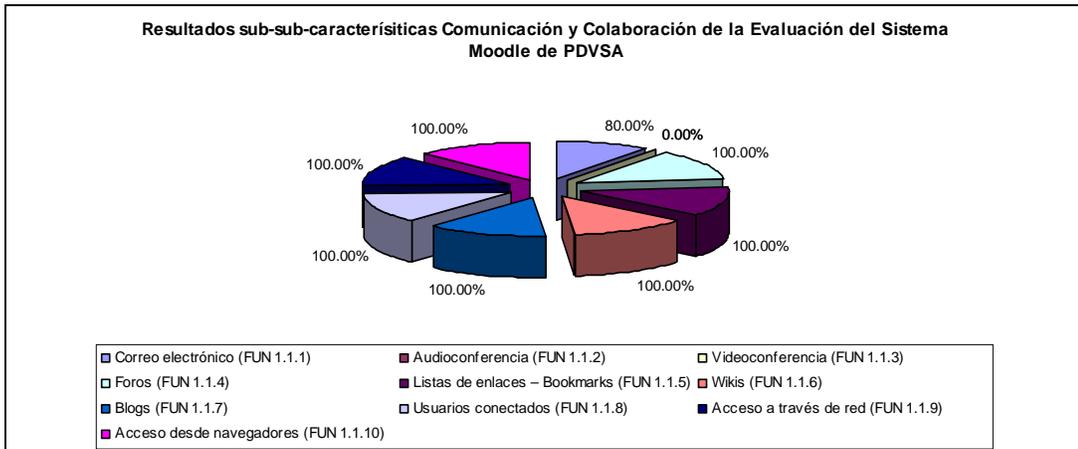


Figura 36. Resultados sub-sub-características Comunicación y Colaboración de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA

Fuente: Elaboración propia

- o En la Figura 37 se muestra el gráfico con los resultados obtenidos de las sub-sub-características de la sub- característica Distribución de Contenido.
- o Las sub-sub-características que obtuvieron el 100% fueron Repositorio de documentos (FUN 1.2.1), Intercambio de archivos (FUN 1.2.2), Transferencia de archivos (FUN 1.2.3), Cursos (FUN 1.2.4) y Ambiente (FUN 1.2.5), luego la sub-sub-característica Authoring (FUN 1.2.6) obtuvo el 93,75%.
- o Estos resultados de las sub-sub-características es lo que lleva a entender el resultado de la sub-característica Distribución de Contenido, el cual fue de 98,57%. La métrica que no fue satisfactoria fue: Tamaño de los cursos.

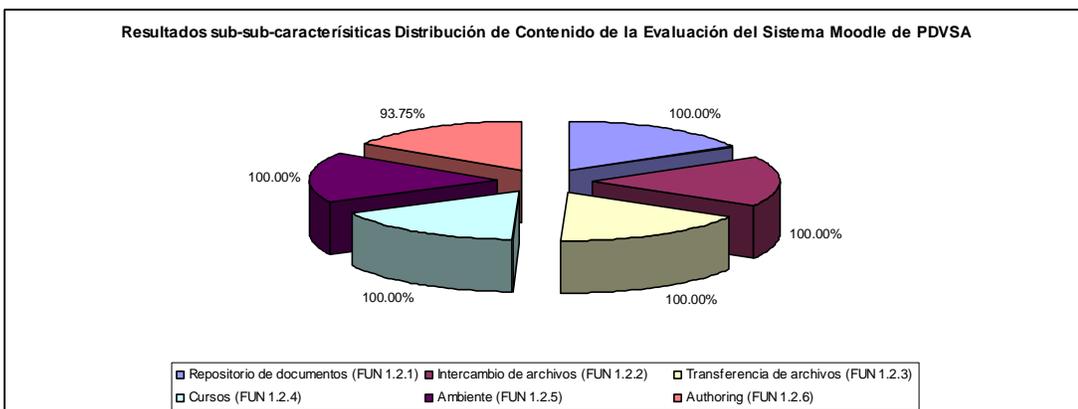


Figura 37. Resultados sub-sub-características Distribución de Contenido de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA

Fuente: Elaboración propia

- o Esto indica que Moodle posee suficientes herramientas para garantizar las funcionalidades de repositorio de documentos, intercambio de archivos, creación y entrega de contenido, etc., de un Sistema de Gestión de Aprendizaje. La sub-característica Distribución de Contenido esta dentro del criterio de Aceptación.
- o En la Figura 38 se muestra el gráfico con los resultados obtenidos de las sub-sub-características de la sub- característica Seguridad y Asignación de permisos.
- o Las sub-sub-características Encriptación (FUN 3.1.1), Asignación de Roles (FUN 3.1.3) y Manejo de autorizaciones por curso (FUN 3.1.4) obtuvieron el 100%, luego le sigue la sub-sub-característica Autenticación a través de Usuario y Password (FUN 3.1.2) con 80%. La métrica que no fue satisfactoria fue: Control de acceso, ya que no es tan completa la detección de acceso a usuarios del sistema, cuando se trata de obtener acceso al sistema de forma no autorizada.
- o Estos resultados de las sub-sub-características es lo que lleva a entender el resultado de la sub-característica Seguridad y Asignación de permisos, el cual fue de 96%, esto indica que Moodle posee suficientes privilegios para garantizar la seguridad del sistema. La sub-sub-característica Seguridad y Asignación de permisos esta dentro del criterio de Aceptación.

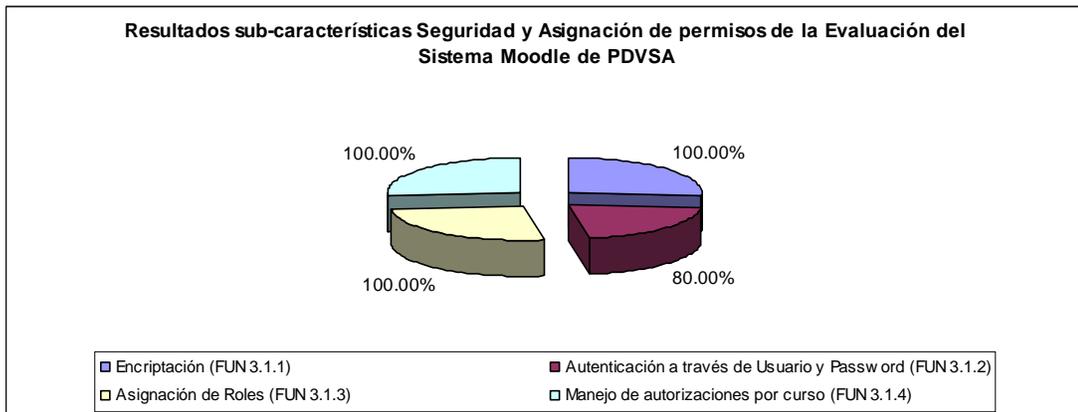


Figura 38. Resultados sub-sub-características Seguridad y Asignación de permisos de la Evaluación del Sistema Moodle de PDVSA

Fuente: Elaboración propia

Resultados – Categorías

En las Figuras 39 se muestran el gráfico del resultado de la evaluación del modelo por categoría. Se dejó para el final del análisis para dar así un análisis del modelo completo, sin embargo, el detalle de las sub-características, sub-sub-características y métricas fueron dados al inicio del análisis de los resultados.

Elementos resaltantes

- o La categoría Usabilidad (USA) obtuvo el mayor porcentaje con 90,71%, luego le sigue la categoría Mantenibilidad (MAB) con 88,33% y por último la categoría Funcionalidad (FUN) con 84,60%.

Las categorías obtuvieron una porcentaje mayor al 75% y según lo establecido en el criterio de aceptación se considera que el Modelo de Calidad para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje es Aceptable.

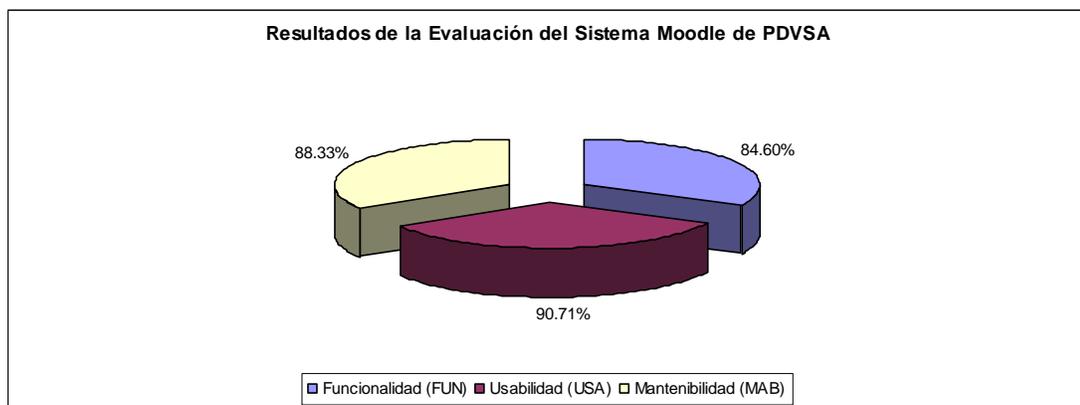


Figura 39. Resultados de la evaluación del Sistema Moodle de PDVSA
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, en el Capítulo III se habló sobre el Algoritmo de Aplicación del Modelo MOSCA, el cuál permite relacionar el nivel de calidad con las categorías satisfechas, en donde la categoría Funcionalidad debe estar satisfecha, sino el algoritmo finaliza.

Después de aplicado el algoritmo se obtuvo el siguiente resultado (Ver Tabla 30):

Funcionalidad → 86,60%	Usabilidad → 90,71%	Mantenibilidad → 88,33%	Nivel de Calidad
Satisfecha	Satisfecha	Satisfecha	Avanzada

Lo que significa que Moodle posee una Nivel de Calidad del Producto del Software AVANZADA.

CAPÍTULO VII. Conclusiones y Recomendaciones

Este capítulo tiene como objetivo presentar las conclusiones producto del desarrollo de la presente investigación, así como las recomendaciones pertinentes para futuros refinamientos e investigaciones. Estas conclusiones han sido estructuradas alrededor del marco referencial, los antecedentes de esta investigación, de la metodología de investigación, los objetivos específicos de la investigación, el modelo propuesto, la evaluación de la propuesta y los resultados:

- El proyecto constituye el contexto que debe ser tomado en cuenta para proponer un modelo de calidad basado en características, usando el Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA), el cual busca integrar los modelos de calidad del producto y del proceso basándose en la concepción de calidad sistémica, que integra el modelo de Calidad del Producto y el modelo de Calidad del Proceso, y está soportado por los conceptos de la Calidad Total Sistémica.
- El término de e-learning, menciona los componentes, enumera las características, beneficios, marco de trabajo y estándares del mismo. Adicionalmente se define el término Sistema de Gestión de Aprendizaje, se enumeran sus funciones y características. Para complementar el término de e-learning se definieron los Sistemas de Gestión de Contenido de Aprendizaje, integración entre los LMS y LCMS, aunque no es objeto de estudio de la presente investigación.
- El modelo de Investigación Acción es especialmente conveniente en el desarrollo de proyectos de investigación donde sea necesaria la intervención del investigador como parte de la evaluación, así como cuando el dominio del problema no esta totalmente definido, esto ha sido validado por esta investigación.
- Se elaboró un modelo conceptual que reúne las construcciones teóricas relativas a e-learning, Sistema de Gestión de Aprendizaje y Calidad, encontrados en la literatura. Este modelo conceptual constituye un aporte en el área de Sistemas de Información, puesto que los Sistemas de Gestión de Aprendizaje fueron estudiados tomando en cuenta sus principales funciones: Comunicación y Colaboración, Distribución de Contenido, Seguimiento y Evaluación y Administración, sin perder el foco en el concepto de e-learning y calidad.
- Se analizaron las propuestas de evaluaciones ya realizadas por otros autores, para la selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, tomándose de ellas características que debe poseer un Sistema de Gestión de Aprendizaje. Esto apoyo la selección de características del modelo propuesto por la investigación.
- Se describió el Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA), el cual dio los lineamientos, en cuánto a dimensión, categoría, características y métricas que debe poseer un Sistema de Gestión de Aprendizaje. De este modelo se tomaron las categorías Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad como pilares de calidad para el Modelo.
- Se propuso un modelo que incluye 9 nuevas sub-características, 20 nuevas sub-sub-características y 60 nuevas métricas relacionadas con los Sistemas de Gestión de Aprendizaje.
- El uso de la metodología DESMET fue de gran utilidad, pues permitió seleccionar el Análisis de Características por Estudio de Caso, como el método más adecuado para la evaluación del modelo basado en características. Los pasos para la aplicación de este método sirvieron de guía para la aplicación y evaluación del modelo.
- El Modelo fue evaluado en el Sistema Moodle de PDVSA, el cuál es software libre.

- El resultado de la evaluación de las categorías, características, sub- características, sub- sub- características y métricas consideradas en el modelo fueron Aceptables por los evaluadores, ya que las consideraron completas, pertinentes, adecuadas y precisas.
- El análisis de los resultados de la evaluación del modelo en el Sistema Moodle, mostró que Moodle posee un Nivel de Calidad del Producto del Software AVANZADA.
- El presente trabajo de investigación tiene dos grandes aportes:
 - Un Modelo de Calidad basado en Características para la Selección de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, que apoyará a las organizaciones a evaluar Sistemas de Gestión de Aprendizaje apropiados para sus organizaciones.
 - Aplicación del Modelo al sistema Moodle, el cuál muestra el Nivel de Calidad del Producto para el Sistema.

A Partir de los resultados obtenidos, se han considerado las siguientes recomendaciones para futuros trabajos de investigación:

- Extender el estudio a los Sistemas de Gestión de Contenido de Aprendizaje, como sistemas que apoyan el e-learning.
- Usar el modelo propuesto, para evaluar otras herramientas de software libre y así ofrecer a las organizaciones otros Sistemas de Gestión de Aprendizaje.
- Plantear un trabajo que considere la implantación de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje en las organizaciones, ya que la implantación de estos indica cambio de paradigma de la forma de aprender.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Block, 1999] Block Howard. "The e-bang theory". Disponible: <http://www.masie.com/masie/researchreports/ebang.pdf>. [Consultada: 02 abr. 2007].
- [Bowles, 2004] Bowles Marcus (2004) Learning to E-Learn Project: Rediscovering the Benefits of E-Learning. Disponible: <http://www.marcbowles.com/resources/Future%20and%20E-learning%20ICETA2004.pdf>. Consultada: 15 abr. 2006]
- [Brockbank, 2003] Brockbank, B. 2003. "Learning Management Systems for E-Learning. In The AMA Handbook of E-Learning: Effective design, implementation, and technology solutions". Piskurich, G. (Editor). AMACON, American Management Association. New Cork. USA.
- [Bynum, 1996] BYNUM, Terrel W., *Ethics and the Information Revolution*, ponencia en el curso de verano "Ética de la Informática", Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 1996 [no publicado].
- [Castro, 2007] Castro, E. "Estándares en los sistemas de Gestión de Aprendizaje". Disponible en: <http://www.comunidades.ipn.mx/Portal/Languages/Espa%C3%B1ol/UploadFiles/Documents/46estandares%20en%20los%20LMS.doc>
[Consultada: 28 may. 2007]
- [Close et al., 2000] Close R., Humphreys R. y Ruttenbur B. "e-larning & Knowledge technology". Disponible: <http://www.masie.com/masie/researchreports/e-learn0.pdf>. [Consultada: 15 mar. 2007]
- [Commonwealth, 2004] Commonwealth of learning. "LMS Evaluation Tool User Guide". Disponible: <http://topics.developmentgateway.org/elearning/search/redirect.do?searchString=LMS%20Evaluation&itemId=1011564>
[Consultada: 02 sep. 2007]
- [Cornella, 2001] Cornella A. "E-learning y transformación en las empresas". Disponible: http://www.diba.es/esports/fitxers/olympia_p5.pdf
[Consultada: 15 dic. 2005]
- [Díaz y Pérez, 2005] Pérez M y Díaz-Antón G. "Towards an ontology of LMS: a conceptual framework". Laboratorio de Investigación de Sistemas de Información de la Universidad Simón Bolívar. 2005
- [Callaos, 1995] Callaos, N. "Metodología Sistémica de Sistemas". Trabajo de Ascenso. Universidad Simón Bolívar. 1995.
- [Callaos y Callaos, 1996] Callaos, N y Callaos, B. "Designing With A systemic Total Quality". Proceedings of the International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis. ISAS '96. Orlando USA. Julio, 1996.
- [De Benito, 2000] De Benito, B. "Herramientas para la creación, distribución y gestión de cursos a través de Internet". Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa. Núm 12. Junio 2000.
- [De Luca et al., 2001] De Luca, Luisa. "Indicadores para la selección de herramientas que soportan la Gerencia de la Calidad del Software". Trabajo de Grado presentado y publicado en la Universidad Simón Bolívar. Febrero 2001.
- [Dromey, 1995] Dromey, Geoff. "A model for Software Product Quality" IEEE Transactions on Software Eengineering. Vol 21. N°2. February 1995: 146-162.

- [Dromey, 1996] Dromey, Geoff. "Cornering the Chimera" IEEE Transactions. January 1996: 33-43.
- [Dromey, 1998] Dromey, Geoff. "Software Product Quality: Theory, Model and Practice" IEEE Transactions. March 1998.
- [Fenton y Pfleerger, 1997] Fenton N. y Pfleerger S. "Software Metrics: A Rigorous & Practical Approach". PWS Publishing Company. Second edition 1997.
- [GIOUPM, 2007] "LMS (Learning Management System / Sistema de Gestión de Aprendizaje)". Grupo de Ingeniería de Organización perteneciente a la Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: <http://tecnologias.gio.etsit.upm.es/elearning/lms--learning-management-system--sistema-de-gestion-de-aprendizaje--25.asp>
[Consultada: 28 may. 2007]
- [Greenberg, 2002] Greenberg, L. "LMS and LCMS: What 's the Difference?". Disponible: <http://www.learningcircuits.org/NR/exeres/72E3F68C-4047-4379-8454-2B88C9D38FC5.htm>
[Consultada: 04 jun. 2007]
- [Gillies, 1997] Gillies, A. "Software Quality: Theory and Management". Thomson Computer Press. Second edition. 1988.
- [Grady y Caswell, 1987] Grady, R y Caswell, D. "Software Metrics: Establishing a Company-Wide Program". Prentice Hall. 1987.
- [Humphrey, 1997] Humphrey, W. "Introduction to the Personal Software Process". Addison Wesley Longman, Inc. Massachusetts. 1997
- [IDC, 2001] xxx "Sistema de Gestión de Contenidos de Aprendizaje: un nuevo segmento de mercado de e-learning emerge". Disponible: <http://www.lcmscouncil.org/idcwhitepaper.pdf>
[Consultada: 10 jun. 2007]
- [Informática Milenium, 2003] Informática Milenium(2003). E-Learning, el futuro de la educación a distancia. Disponible: <http://www.informaticamilenium.com.mx/paginas/mn/articulo78.htm> [Consultada: 15 ene. 2006].
- [Ivanisevich et al., 1997] Ivanisevich, J., Lorenzi, P., Skinner, S., and Crosby, P. "Management Quality and Competitiveness". Second Edition, IrWin/MsGraw-Hill, New York, 1997.
- [Kaplan, 2007] Kaplan, E. "E-Learning Circuits Glossary". Disponible: <http://www.learningcircuits.org/glossary.html>
[Consultada: 28 abr. 2007]
- [Khan, 1997] Khan B. "Web-based instruction: What is it and why is it ?". Educational Technology Publications. 1997
- [Khan, 2005] Khan B. "Managing e-learning strategies: design, delivery, implementation and evaluation". Editorial InfoSCI. 2005.
- [Kitchenham, 1996] Kitchenham B. "Evaluating Software Engineering Methods and Tools. Part 5: Principles of Feature Analysis". Department of Computer Science, University of Keele, Inglaterra, 1996.

[Learnframe, 2000] Learnframe. "Facts, Figures & Forces venid e-learning". Disponible: <http://www.learnframe.com/aboutelearning/elearningfacts.pdf>. [Consultada: 18 mar. 2007].

[Liedo, 2005] Liedo J. "E-learning corporativo". Disponible: <http://www.ibermatica.com/ibermatica/publicaciones/eLearning.pdf> [Consultada: 16 dic. 2005]

[López, 2005] López, C. "Los repositorios de objetos de aprendizaje como soporte para los entornos e-learning". Disponible: <http://www.biblioweb.dgsca.unam.mx/libros/repositorios/> [Consultada: 28 abr. 2007]

[Martínez, 2001] Martínez, J. "MOSCA Modelo Sistémico de Calidad (Integración de Modelo de Calidad de Producto de Software y el Modelo de Calidad del Proceso de desarrollo con un Enfoque Sistémico)". Tesis de pre-grado 2001.

[Mejías, 2003] Mejías, A. "Integración formal de los Modelos de Calidad de Proceso y Producto con Enfoque Sistémico". Universidad Simón Bolívar. Marzo 2003.

[Mendoza et al., 2001] Mendoza L., Pérez M. y Rojas T. "Modelo Sistémico para estimar la Calidad de los Sistemas de Software (MOSCA)". ASOVAC 2001.

[Mendoza et al., 2005] Mendoza, L., Ovalles, M., Griman, A. "*Prototipo del Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del Software*". Computación y Sistemas. Vol. 8. México. 2005.

[Ortega et al., 2000] Ortega, M. "Modelo de Calidad del Producto de Software como un Enfoque Sistémico". Universidad Simón Bolívar. Octubre 2000.

[Ortega y Sánchez, 2005] Ortega M. y Sánchez P. (2005). "Una propuesta para el desarrollo de Sistemas de e-learning colaborativos en web". Disponible: http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_ortega_sanchez_peces.htm. [Consultada: 13 feb. 2006]

[Pérez et al., 2001] Pérez, M., Rojas, T., Mendoza, L., Grimán, A. "Systemic Quality Model for System Development Process: Case Study". Universidad Simón Bolívar. 2001.

[Pérez et al., 2004] Pérez, M., Rojas, T., Mendoza, L., Grimán, A. "Prototipo de Modelo Sistémico de Calidad (MOSCA) del software". Universidad Simón Bolívar. 2004.

[Pfleeger et al., 1994] Pleeger, S; Fenton, N; Page, S. "Evaluating Software Engineering Standard". September 1994.

[Pfleeger, 1998] Pleeger, S. "Software Engineering: Theory and Practice". Prentice Hall. 1998.

[Pressman, 1997] Pressman, Roger. "Managing Change for Rapid Development" IEEE Software. March/April 1997, 120-122.

[Pressman, 1990] Pressman, Roger. "Ingeniería del Software: Un enfoque práctico" McGraw Hill, 1990.

[Rengarajan, 2001] Rengarajan, R. "LCMS and LMS: Taking advantage of tight integration". Disponible: http://www.e-learn.cz/soubory/lcms_and_lms.pdf [Consultada: 10 jul. 2007]

[Rojas y Pérez, 1995] Rojas T. y Pérez M. "Improvement in the Development of Information Systems by increasing its Process Effectiveness". In IterSymp '95 – 5th International Symposium on System Research, Informatics and Cybernetics. 1995. <http://www.lisi.usb.ve/publicaciones>.

[Rosenberg, 2002] Rosenberg M. "E-Learning: Estrategias para transmitir conocimiento digital". Editorial McGrawHill. 2002.

[Rosenberg, 2006] Rosenberg M. "Beyond E-Learning: Approaches and Technologies to Enhance Organizational Knowledge, Learning, and Performance". Editorial Pfeiffer. 2006.

[Sanchez, 2004] Fundación Germán Sánchez Ruipérez. "El futuro del e-learning: análisis del mercado y del contexto actual del e-learning". Disponible: <http://www.fundaciongsr.es/pdfs/e-learning.pdf>

[Consultada: 16 dic. 2005]

[Senge, 1990] Senge, P. "La quinta disciplina". Buenos Aires, Granica, 1990.

[Zapata, 2003] Zapata, M. "Sistema de Gestión del Aprendizaje – Plataformas de teleformación". Disponible: <http://www.um.es/ead/red/9/SGA.pdf>

[Consultada: 05 may. 2007]

[Zapata, 2005] La accesibilidad como requisito de calidad en los entornos virtuales de aprendizaje. Disponible: www.jornadas.sidar.org

[Consultada: 23 mar. 2007]

GLOSARIO

A

✓ Audio Streaming	El proceso de proporcionar contenido de audio vía una página web.
✓ Authoring tool	A software application or program used by trainers and instructional designers to create e-learning courseware. Types of authoring tools include instructionally focused authoring tools, Web authoring and programming tools, template-focused authoring tools, knowledge capture systems, and text and file creation tools

C

✓ Chat	Se refiere a una comunicación escrita a través de internet entre dos o más personas que se realiza instantáneamente.
--------	--

D

✓ Dial-in	Conexión a Internet que se establece a través de un modem y una línea telefónica. A cada usuario se le asigna un número IP dinámico, válido sólo durante la comunicación
✓ Debate	En él tiene lugar los debates propuestos sobre temas de la materia por el tutor con un guión establecido en la guía de la materia. Este espacio genera una actividad de gran potencial de aprendizaje.

F

✓ Foro	Es un espacio común, no estrictamente curricular, compartido por el tutor y todos los alumnos adscritos a la misma materia. En él se tratan todos los temas grupales que no tienen que ver estrictamente con el desarrollo de los contenidos. Además es donde se expresan opiniones sobre la materia, la marcha del curso, los materiales. Es el espacio donde se cobra conciencia de comunidad virtual, o de comunidad de grupo de clase virtual.
--------	--

H

✓ Handheldt	Computadora de tamaño suficientemente pequeño para ser sostenida en la mano o guardada en un bolsillo. También se la llama PDA. En algunas se puede ingresar datos con escritura manual. Otras traen incorporados pequeños teclados
✓ Hipermedia	Páginas Web que integran información en distintos tipos de formatos: texto, gráficos, sonidos y vídeo. Es un recurso ampliamente explotado en la red
✓ Hipertexto	Sistema de navegación por la Web mediante vínculos

	implementados en páginas visualizadas
--	---------------------------------------

I

✓ IRC	Charla Interactiva mediante Internet (Internet Relay Chat). Herramienta de Internet que permite a un usuario "charlar" en tiempo real con otros usuarios en modo texto.
✓ IMAP	(Internet Message Access Protocol) Es un protocolo de red de acceso a mensajes electrónicos almacenados en un servidor. Mediante IMAP se puede tener acceso al correo electrónico desde cualquier equipo que tenga una conexión a Internet.

M

✓ MUD	Entorno de Simulación multi-usuario (Multi User Dungeon). Juego - generalmente, una aventura o interpretación de personajes en forma de texto - que se juega simultáneamente con muchas personas en Internet.
-------	---

N

✓ Netmeeting	Microsoft Netmeeting es una cliente de videoconferencia VoIP y multipunto incluido en muchas versiones de Microsoft Windows. Usa el protocolo H.23 para realizar las conferencias.
--------------	--

P

✓ Plug-ins	Programas que deben instalarse en los ordenadores clientes para que sus navegadores puedan reconocer y procesar determinados tipos de archivo (Flash, Director, Real Audio...)
✓ POP3	(Post Office Protocol versión 3) Es un protocolo estándar de Internet de Nivel de Aplicación que recupera el correo electrónico desde un servidor remoto a través de una conexión TCP/IP desde un cliente local. El diseño POP3 y sus predecesores es permitir a los usuarios recuperar el correo electrónico al estar conectados hacia una red y manipular los mensajes recuperados sin necesidad de permanecer conectados.

R

✓ RDSI-ISDN	(RDSI-Integrated Services Digital Networks) Es una red telefónica digital para la transmisión de datos. La RDSI es capaz de transportar cualquier tipo de datos en formato digital, como voz, música o vídeo.
-------------	---

S

✓ SMTP	(Simple Mail Transfer Protocol) Es un protocolo estándar de
--------	---

	Internet del Nivel de Aplicación para la transmisión de correo electrónico a través de una conexión TCP/IP.
--	---

T

✓ Telnet	Es el nombre de un protocolo (y del programa informático que implementa el cliente) que sirve para acceder mediante una red a otra máquina, para manejarla como si estuviéramos sentados delante de ella. Para que la conexión funcione, como en todos los servicios de internet, la máquina a la que se accedía debe tener un programa especial que reciba y gestione las conexiones.
----------	--

V

✓ Video Streaming	El proceso de proporcionar contenido de video vía una página web
✓ VoIP	Las siglas VoIP significan Voz sobre Protocolo de Internet y es simplemente la transmisión de tráfico de voz sobre redes basadas en IP
✓ VRML	Lenguaje de modelación de realidad virtual (Virtual Reality Modeling Language). Se trata de un lenguaje para la construcción de mundos virtuales en la red.

W

✓ Webcam	Es una cámara que puede ser (en tiempo real) conectada a la WWW
✓ Wikis	Es un conjunto de documentos web creados gracias a la colaboración de un grupo de usuarios. Básicamente, una página Wiki es una web que puede ser creada entre los participantes de un curso sin necesidad de que tengan conocimientos de HTML. Es una forma muy rápida de que un grupo de autores pueda crear contenido.

ANEXO I. Características y métricas de la categoría Funcionalidad tomadas de MOSCA

Categoría	Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a
Funcionalidad FUN	Ajuste a los propósitos (FUN 1)	Cumplimiento de las necesidades funcionales	¿El producto cumple con todas las necesidades funcionales?	5=Todas 4=Casi todas 3=Muchas 2=Muy pocas 1= Ninguna	Usuario
		Satisfacción del cliente	¿Se entregó e instaló el producto o servicio de acuerdo a los requerimientos acordados?	5=Todas 4=Casi todas 3=Muchas 2=Muy pocas 1= Ninguna	Usuario
		Definición de los requerimientos del sistema y del software	¿Existen los requerimientos del sistema y del software?	5=Completam. def. 4=Casi todo def. 3= Med. Def. 2= Poco def. 1= No están def.	Lider desarrollador
	Interoperabilidad (FUN 2)	Existencia de funcionalidades que pertenecen a otro sistema	¿Existen funcionalidades utilizadas por el producto, que pertenecen a otro sistema?	0: no tiene 1: tiene	Desarrollador
		Tasa de funcionalidades utilizadas por el producto, que pertenecen a otro sistema	¿Cuál es la proporción entre las funcionalidades que pertenecen a otros sistemas y el total de funcionalidades del producto?	Funcionalidades que pertenecen a otros sistemas / Funcionalidades del producto	Desarrollador
		Existencia funcionalidades pertenecientes al producto que son utilizadas por otros sistemas	¿Existen funcionalidades utilizadas por otros sistemas, que pertenecen al producto?	0: no tiene 1: tiene	Desarrollador Usuario
		Intercambio de datos	¿Existe intercambio de datos con otros sistemas? producto?	0: no tiene 1: tiene	Desarrollador Usuario
		Consistencia de interfaces	¿Existe consistencia con las interfaces de los otros sistemas?	0: no es consistente 1: es consistente	Desarrollador
		Complejidad al pasar a una funcionalidad de otro sistema	¿Cómo es la complejidad al pasar a una funcionalidad en otro sistema?	5=Muy alta 4=Alta 3= Mediana 2= Básica 1= No tiene.	Usuario
		Existencia de funcionalidades de otros sistemas que	¿Existen funcionalidades en otros sistemas que son necesarias?	1: no tiene 0: tiene	Desarrollador Usuario

		sean necesarias			
	Seguridad (FUN 3)	Control de acceso	¿Qué tan completa es la detección de acceso a usuarios del sistema, cuando se trata de obtener acceso al sistema de forma no autorizada?	5=Muy alta 4=Alta 3= Mediana 2= Básica 1= No tiene	Desarrollador Usuario
		Capacidad de auditoria	¿Qué tan completa es la auditoria? ¿Se evalúa la cantidad de registros de acceso que el sistema registró en la base de datos histórica?	5=Muy alta 4=Alta 3= Mediana 2= Básica 1= No tiene	Desarrollador

Tabla 30. Propuesta del modelo – Categoría Funcionalidad - Consideraciones de MOSCA en detalle
Fuente: Adaptado de Mendoza et al., 2005

ANEXO II. Características y métricas de la categoría Usabilidad tomadas de MOSCA

Categoría	Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a
Usabilidad USA	Facilidad de comprensión (USA1)	Tiempo en que un usuario adquiere las destrezas necesarias para usar el sistema	¿Cuál es el tiempo en que un usuario adquiere las destrezas necesarias para usar el sistema?	5= 6 días o menos 4= 7-14 días 3= 15-30 días 2= 2-5 meses 1= 6 meses o más	Usuario
		Nivel de dificultad de la aplicación	Nivel de dificultad de la aplicación	5=Muy difícil 4=Difícil 3=Promedio 2=Fácil 1=Muy fácil	Usuario
		Facilidad para ubicar funcionalidades	¿Es fácil ubicar las funcionalidades del sistema?	5= Muy fácilmente 4= Fácilmente 3= Dificultad media 2= Difícil 1= Muy difícil	Usuario
	Capacidad de Aprendizaje (USA 2)	Calidad en la clasificación de los temas	¿Es fácil utilizar el material de apoyo, por una buena clasificación de los temas?	5=Excelente 4=Buena 3= Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable.	Usuario
		Estándares de los documentos	¿Existen estándares a ser aplicados en el desarrollo de documentos?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Lider Desarrollador
	Interfaz Gráfica (USA 3)	Interfaz personalizable	¿La interfaz es personalizable?	0=No 1=Si	Usuario
		Localización rápida de opciones	¿Se localizan rápidamente las opciones, es consistente la ubicación de utensilios?	0=No 1=Si	Usuario
		Satisfacción del Diseño visual	¿Es bueno el diseño visual de las pantallas?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario
		Versatilidad de la navegación	¿Es versátil la navegación, entre pantallas?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario
		Consistencia en el uso del color	¿Es Consistente el uso del color?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario

		Contraste entre los colores	¿Como es el contraste con los colores?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario
Operabilidad (USA 4)		Satisfacción con las ayudas disponibles respecto a las requeridas	¿Cómo es la satisfacción con las ayudas disponibles respecto a las requeridas?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario
		Satisfacción en relación con las interacciones amigables disponibles respecto a las requeridas	¿Cómo es la satisfacción en relación con las interacciones amigables disponibles respecto a las requeridas?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario
		Claridad en el estado o progresos del usuario	¿Es claro el progreso del usuario en la operación del producto?	5=Muy clara 4=Clara 3=Promedio 2=Confusa 1= Muy confusa	Usuario
		Identificación y monitoreo constante de las necesidades del cliente	¿Existe una identificación y monitoreo constante de las necesidades de servicios de los clientes?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Lider Desarrollador Usuario
		Evaluación continua de la Satisfacción del cliente	¿Existe una evaluación continua de la satisfacción del cliente respecto a los servicios de apoyo y al producto?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Lider Desarrollador Usuario
		Soporte operacional continuo	¿Se provee apoyo para resolver problemas operacionales según requerimientos del cliente?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Lider Desarrollador Usuario
		Servicio apropiado al cliente	¿Se proveen servicios apropiados para satisfacer las necesidades de los clientes?	5=Excelente 4=Bueno 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Lider
		Satisfacción con el tiempo de respuesta	¿Cómo es la satisfacción en relación con el tiempo de respuesta respecto a las requeridas?	5=Excelente 4=Bueno 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario
		Operación apropiada del software en su	¿Existe una correcta operación del software en su	0=No 1=Si	Desarrollador Usuario

		ambiente	ambiente?		
		Ambiente del software acordado	¿Está siendo operado el software en el ambiente acordado?	0=No 1=Si	Usuario
		Asistencia a los clientes en cuanto a operación	¿Existe asistencia a los clientes en cuanto a su operación?	0=No 1=Si	Usuario

Tabla 31. Propuesta del modelo – Categoría Usabilidad - Consideraciones de MOSCA en detalle
Fuente: Adaptado de Mendoza et al., 2005

ANEXO III. Características y métricas de la categoría Mantenibilidad tomadas de MOSCA

Categoría	Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a
Mantenibilidad (MAB)	Capacidad de Análisis (MAB 1)	Facilidad para ser diagnosticado	Grado de facilidad al diagnosticar el software	5: Muy fácil 4: Fácil 3: Dificultad Media 2: Difícil 1: Muy difícil	Desarrollador
		Registro de diagnósticos	¿Existe un registro de diagnósticos?	5=Completam. def. 4=Casi todo def. 3= Med. Def. 2= Poco def. 1= No están def.	Desarrollador
	Capacidad de Cambio (MAB 2)	Registro de cambio	¿Son registrados los cambios en los módulos?	0=No 1=Si	Desarrollador
		Independencia funcional de los módulos	¿Está la funcionalidad del software repartida en módulos diferentes?	5=Completam. def. 4=Casi todo. 3= Med.. 2= Poco 1= No.	Desarrollador
		Incorporación de requerimientos	¿Existe un mecanismo para incorporar nuevos requerimientos del cliente?	5=Completam. def. 4=Casi todo def. 3= Med. Def. 2= Poco def. 1= No están def.	Desarrollador
		Mejoras por cambios tecnológicos	¿Se tienen identificadas y manejadas las mejoras por cambios de tecnologías de acuerdo a las necesidades del cliente?	5=Completam. def. 4=Casi todo def. 3= Med. Def. 2= Poco def. 1= No están def.	Líder Desarrollador
	Estabilidad (MAB 3)	Existencia de efectos co-laterales al realizarse las modificaciones	¿Pueden ocurrir efectos co-laterales al realizarse las modificaciones?	1=No 0=Si	Desarrollador
		Existencia de una matriz de impacto	¿Se trabaja con una matriz de impacto?	0=No 1=Si	Desarrollador
	Capacidad de Prueba (MAB 4)	Funciones de pruebas	¿Existen pruebas internas en el código?	0=No 1=Si	Desarrollador
		Puntos de chequeo	¿Existen puntos de chequeos?	0=No 1=Si	Desarrollador
		Detección del	¿Puede ser	0=No	Líder

		impacto del cambio	detectado el impacto del cambio?	1=Si	Desarrollador
	Cohesión (MAB 6)	Cohesivo	¿Los módulos son responsables de una sola tarea?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Desarrollador

Tabla 32. Propuesta del modelo – Categoría Mantenibilidad - Consideraciones de MOSCA en detalle
Fuente: Adaptado de Mendoza et al., 2005

ANEXO IV. Resultados de la evaluación de las características generales del modelo

La primera evaluación esta relacionada a las categorías Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad.

Categoría a Evaluar (característica general)	Pertinencia	Complejitud	Adecuación	Precisión
Funcionalidad (FUN)	1	1	1	1
Usabilidad (USA)	1	1	1	1
Mantenibilidad (MAB)	1	1	1	1

La segunda evaluación esta relacionada con las características específicas de las categorías Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad.

Categoría	Características a Evaluar (características específicas)	Pertinencia	Complejitud	Adecuación	Precisión
Funcionalidad (FUN)	Ajuste a los propósitos (FUN 1)	1	1	1	1
	Interoperabilidad (FUN 2)	1	1	1	1
	Seguridad (FUN 3)	1	1	1	1
Usabilidad (USA)	Facilidad de comprensión (USA1)	1	1	1	1
	Capacidad de Aprendizaje (USA 2)	1	1	1	1
	Interfaz Gráfica (USA 3)	1	1	1	1
	Operabilidad (USA 4)	1	1	1	1
Mantenibilidad (MAB)	Capacidad de Análisis (MAB 1)	1	1	1	1
	Capacidad de Cambio (MAB 2)	1	1	1	1
	Estabilidad (MAB 3)	1	1	1	1
	Capacidad de Prueba (MAB 4)	1	1	1	1
	Cohesión (MAB 6)	1	1	1	1

La tercera evaluación esta relacionada con las sub-características de las características específicas de las categorías Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad.

Categoría	Características	Sub-Características a Evaluar (características específicas)	Pertinencia	Complejitud	Adecuación	Precisión
Funcionalidad (FUN)	Ajuste a los propósitos (FUN 1)	Comunicación y Colaboración (FUN 1.1)	1	1	1	1
		Distribución de Contenido (FUN 1.2)	1	1	1	1
		Seguimiento y Evaluación (FUN 1.3)	1	1	1	1
		Administración (FUN 1.4)	1	1	1	1
	Interoperabilidad (FUN 2)	Seguimiento de estándares (FUN 2.1)	1	1	1	1
		Acceso a otros Sistemas (FUN 2.2)	1	1	1	1
		Acceso a Base de Datos (FUN 2.3)	1	1	1	1
	Seguridad (FUN 3)	Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1)	1	1	1	1
		Capacidad de Auditoria (FUN 3.2)	1	1	1	1

La cuarta evaluación esta relacionada con las sub-sub-características de las características específicas de las categorías Funcionalidad, Usabilidad y Mantenibilidad.

Categoría	Características	Sub-Características	Sub-Sub-Características a Evaluar (características específicas)	Pertinencia	Complejidad	Adecuación	Precisión
Funcionalidad (FUN)	Ajuste a los propósitos (FUN 1)	Comunicación y Colaboración (FUN 1.1)	Correo electrónico (FUN 1.1.1)	1	1	1	1
			Audiokonferencia (FUN 1.1.2)	1	1	1	1
			Videoconferencia (FUN 1.1.3)	1	1	1	1
			Foros (FUN 1.1.4)	1	1	1	1
			Listas de enlaces – Bookmarks (FUN 1.1.5)	1	1	1	1
			Wikis (FUN 1.1.6)	1	1	1	1
			Blogs (FUN 1.1.7)	1	1	1	1
			Usuarios conectados (FUN 1.1.8)	1	1	1	1
			Acceso a través de red (FUN 1.1.9)	1	1	1	1
			Acceso desde navegadores (FUN 1.1.10)	1	1	1	1
	Distribución de Contenido (FUN 1.2)	Repositorio de documentos (FUN 1.2.1)	1	1	1	1	
		Intercambio de archivos (FUN 1.2.2)	1	1	1	1	
		Transferencia de archivos (FUN 1.2.3)	1	1	1	1	
		Cursos (FUN 1.2.4)	1	1	1	1	
		Ambiente (FUN 1.2.5)	1	1	1	1	
		Authoring (FUN 1.2.6)	1	1	1	1	
	Seguridad (FUN 3)	Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1)	Encriptación (FUN 3.1.1)	1	1	1	1
			Autenticación a través de Usuario y Password (FUN 3.1.2)	1	1	1	1
			Asignación de Roles (FUN 3.1.3)	1	1	1	1
			Manejo de autorizaciones por curso (FUN 3.1.4)	1	1	1	1

ANEXO V. Resultados de la evaluación de las métricas del modelo y del Modelo en el Sistema Moodle de PDVSA

El cuestionario está dividido en secciones, para así cumplir con los objetivos planteados. La sección en azul es la aplicación del modelo al Sistema Moodle de PDVSA y la sección verde es la evaluación de las métricas. La columna "Respuesta" debe ser completada con los valores de la columna "Formulación" y las columnas "Pertinencia", "Factibilidad", "Profundidad" y "Escala" deben ser completas con los valores 0 o 1.

A continuación el modelo:

Categoría	Característica	Sub-Característica	Sub-sub-Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala		
Funcionalidad (FUN)	Ajuste a los propósitos (FUN 1)			Cumplimiento de las necesidades funcionales	¿El producto cumple con todas las necesidades funcionales?	5=Todas 4=Casi todas 3=Muchas 2=Muy pocas 1= Ninguna	Usuario	5	1	1	1	1		
				Satisfacción del cliente	¿Se entregó e instaló el producto o servicio de acuerdo a los requerimientos acordados?	5=Todas 4=Casi todas 3=Muchas 2=Muy pocas 1= Ninguna	Usuario	5	1	1	1	1		
				Definición de los requerimientos del sistema y del software	¿Existen los requerimientos del sistema y del software?	5=Completam. def. 4=Casi todo def. 3= Med. Def. 2= Poco def. 1= No están def.	Administrador	4	1	1	1	1		
		Comunicación y Colaboración (FUN 1.1)	Correo electrónico (FUN 1.1.1)		Uso de correo electrónico	¿Permite el envío y recepción de correo?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	1
					Uso de protocolo estándar	¿Usa cualquiera de los siguientes protocolos estándares: SMTP, POP3 o IMAP?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
					Attachments de archivos	¿Permite el attachments de archivos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
					Formato HTML	¿Permite el uso de formato HTML?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
					Listas o grupos de correo	¿Permite la creación y uso de listas o grupos de correos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
			Audioconferencia (FUN 1.1.2)		Uso de Audioconferencia	¿Permite el uso de audioconferencia?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	1
					Standard H.323	¿Usa el estándar de telecomunicación H.323, el cual permite escoger su propio cliente?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	1
					Uso de VoIP	¿Permite el uso de VoIP?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	1
			Videoconferencia (FUN 1.1.3)		Uso de Videoconferencia	¿Permite el uso de videoconferencia?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	1
					Standard H.320	¿Usa el estándar H.320 para videoconferencia RDSI-ISDN?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	1
			Foros (FUN 1.1.4)		Foro asincrono	¿Permite los foros asincronos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
						¿Permite debates con un hilo conductor?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala	
					¿Las intervenciones de los foros son enviadas al correo de los participantes?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	
					¿Permiten adjuntar archivos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
					¿Permiten adjuntar tablas?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
					¿Permiten adjuntar imágenes?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
					¿Permiten adjuntar sitios Web?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
					¿Permite la búsqueda de información en foros?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
				Foro sincrónico – Chats	¿Permite los foros sincrónicos - Chats?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
			Listas de enlaces – Bookmarks (FUN 1.1.5)	Listas de enlaces – Bookmarks	¿Permite el uso de listas de enlaces - Bookmarks	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
			Wikis (FUN 1.1.6)	Uso de Wikis	¿Permite el uso de wikis para crear, editar o modificar el contenido de una página web?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
			Blogs (FUN 1.1.7)	Uso de Blogs	¿Permite el uso de blogs para facilitar la creación de áreas temáticas?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	
			Usuarios conectados (FUN 1.1.8)	Usuarios conectados	¿Permite visualizar los usuarios conectados?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
			Acceso a través de red (FUN 1.1.9)	Red LAN	¿El acceso es a través de una red LAN?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
				Red WAN	¿El acceso es a través de una red WAN?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
				Internet	¿El acceso es a través de Internet?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	
			Acceso desde navegadores (FUN 1.1.10)	Acceso a Navegadores	¿Permite el acceso a través del navegador Internet Explorer?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	
					¿Permite el acceso a través del navegador Mozilla?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
					¿Permite el acceso a través del navegador Firefox?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
		Distribución de Contenido (FUN 1.2)	Repositorio de documentos (FUN 1.2.1)	Guardar documentos	¿Permite guardar documentos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
					Anotaciones	¿Permite almacenar anotaciones?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
					Compartir los documentos	¿Permite compartir los documentos?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala	
				Manejo de versiones de los documentos	¿Permite el manejo de versiones de los documentos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
			Intercambio de archivos (FUN 1.2.2)	Notificación automática de cambios	¿Permite notificar automáticamente los cambios en los documentos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
				Intercambio de archivos	¿Permite el intercambio de archivos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
				Archivos de textos	¿Intercambio de archivos HTML, XML, PDF y Microsoft Word?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
				Archivos gráficos	¿Permite el intercambio de archivos GIF y JPEG?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
				Archivos de Sonido	¿Permite el intercambio de archivos MP3?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
				Archivos de Animaciones	¿Permite el intercambio de archivos GIF, Macromedia Flash y DHTML?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
				Archivos de Video	¿Permite el intercambio de archivos MPEG?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
			Transferencia de archivos (FUN 1.2.3)	FTP (File Transfer Protocol)	¿Permite el uso del protocolo FTP para intercambio de archivos?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1	
			Cursos (FUN 1.2.4)	Calendario de Cursos	¿Permite la creación de los calendarios de cursos?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	
					¿Permite la modificación de los calendarios de cursos?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	1
					¿Permite la eliminación de los calendarios de cursos?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	1
					¿Permite la publicación de los calendarios cursos?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	1

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala
				Cursos	¿Permite al crear el curso detallar información como: identificación, fecha de inicio, descripción de la audiencia, objetivos, contenidos a tratar, prerequisites, método de evaluación, idioma, entre otros?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
					¿Permite al modificar el curso ajustar la información como: identificación, fecha de inicio, descripción de la audiencia, objetivos, contenidos a tratar, prerequisites, método de evaluación, idioma, entre otros?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
					¿Permite la clasificación de los cursos para facilitar la búsqueda?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
					¿Posee un manual o instrucciones que apoyen la ejecución del curso?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
					¿Permite configurar el idioma en el que se dará el curso?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
					¿Permite enlazar archivos ubicados en un directorio al contenido del curso?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
					¿Permite enlazar sitios Web al contenido del curso?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
				Acceso a recursos	¿Posee un motor de búsqueda de cursos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
					¿Posee Glosario de términos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
					¿Permite asignar los recursos a ser usados durante el curso, como: foros, cuestionarios, etc?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
			Ambiente (FUN 1.2.5)	Estructura	¿Permite el manejo de tabla de contenidos para estructurar mejor el curso?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
			Authoring (FUN 1.2.6)	Formato de los archivos producidos	¿Permite formato HTML?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
					¿Permite formato Java?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala		
					¿Tiene su formato propietario?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1		
				Tamaño de los cursos	¿Hay límites en el tamaño de los cursos creados?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1		
					¿Cuál es el límite de tamaño de los cursos?	1=1MB a 500 MB 2=501MB a 100 MB 3=1001 MB a 1500MB 4=1501 MB a 2000 MB	Administrador	1	1	1	1	1		
				Comunicación	¿Soporta el estándar SCORM?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1		
				Uso de Templates	¿Permite el uso de templates para crear nuevos cursos?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1		
				Publicación de contenido	¿Es simple la tarea de publicar contenido?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1		
		Seguimiento y Evaluación (FUN 1.3)		Seguimiento y progreso del alumno	¿Permite llevar el seguimiento y progreso del alumno?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1		
								¿Permite emitir informes relacionados al progreso del alumno?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1
								¿Permite llevar estadísticas de los itinerarios seguidos por el alumno?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1
								¿Permite llevar estadísticas de los materiales de aprendizaje usados?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1
								¿Permite generar estadísticas de la participación de los alumnos a través de las herramientas de comunicación: mensajes enviados?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1
								¿Permite generar estadísticas que permitan visualizar la cantidad de veces que el alumno ha accedido al sistema?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1
						Gestión y edición de pruebas y ejercicios de evaluación y autoevaluación	¿Permite la creación de ejercicios para los estudiantes?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
								¿Permite pruebas de autoevaluación realizadas por los estudiantes?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala		
					¿Permite aplicar evaluaciones a los estudiantes?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1		
				Tareas	¿Permite la creación de tareas para que los estudiantes trabajen sobre estas?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	1	
					¿Permite la modificación de tareas por parte del profesor?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	1	
					¿Permite adjuntar archivos a la tarea?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1	
					¿Permite la incorporación de comentarios o feedback por parte del profesor?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1	
					¿Permite la evaluación de tareas las tareas?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1	
					Cuestionarios	¿Permite la creación de cuestionarios?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	1
				¿Permite la modificación de cuestionarios?		0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	1	
				¿Permite indicar fecha de comienzo y cierre a los cuestionarios para controlar los días que estará abierto a los estudiantes?		0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	1	
				Administración (FUN 1.4)	Autogestión de los alumnos	¿Permite la inscripción de los alumnos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
						¿Creación y actualización de la ficha del alumno?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
						¿Permite visualizar los cursos en los que está inscrito?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
						¿Permite la visualización de los eventos próximos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
					Consulta de expediente académico	¿Facilita la consulta de expedientes académicos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	1
	Control de la planificación y disponibilidad de los cursos	¿Permite emitir reportes de los cursos planificados?	0=No 1=Si		Administrador	1	1	1	1	1	1			
		¿Permite emitir reportes para verificar la disponibilidad en los cursos?	0=No 1=Si		Administrador	1	1	1	1	1	1			
	Interoperabilidad (FUN 2)			Existencia de funcionalidades que pertenecen a otro sistema	¿Existen funcionalidades utilizadas por el producto, que pertenecen a otro sistema?	0: no tiene 1: tiene	Desarrollador	0	1	1	1	1		

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala
				Tasa de funcionalidades utilizadas por el producto, que pertenecen a otro sistema	¿Cuál es la proporción entre las funcionalidades que pertenecen a otros sistemas y el total de funcionalidades del producto?	Funcionalidades que pertenecen a otros sistemas / Funcionalidades del producto	Desarrollador	0	1	1	1	1
				Existencia funcionalidades pertenecientes al producto que son utilizadas por otros sistemas	¿Existen funcionalidades utilizadas por otros sistemas, que pertenecen al producto?	0: no tiene 1: tiene	Desarrollador Usuario	0	1	1	1	1
				Intercambio de datos	¿Existe intercambio de datos con otros sistemas? producto?	0: no tiene 1: tiene	Desarrollador Usuario	0	1	1	1	1
				Consistencia de interfaces	¿Existe consistencia con las interfaces de los otros sistemas?	0: no es consistente 1: es consistente	Desarrollador	0	1	1	1	1
				Complejidad al pasar a una funcionalidad de otro sistema	¿Cómo es la complejidad al pasar a una funcionalidad en otro sistema?	5=Muy alta 4=Alta 3= Mediana 2= Básica 1= No tiene.	Usuario	0	1	1	1	1
				Existencia de funcionalidades de otros sistemas que sean necesarias	¿Existen funcionalidades en otros sistemas que son necesarias?	1: no tiene 0: tiene	Desarrollador Usuario	1	1	1	1	1
		Seguimiento de estándares (FUN 2.1)		Archivos válidos de definición de curso SCORM	¿Permite la creación de cursos basados en el estándar SCORM?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
					¿Permite la modificación de cursos basados en el estándar SCORM?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
					¿Permite la creación de objetos de aprendizaje, que faciliten su uso para la creación de cursos?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1
					¿Permite la modificación de objetos de aprendizaje, que faciliten su uso para la creación de cursos?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1
					¿Permite importar cursos y/o contenido?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1
					¿Permite exportar cursos y/o contenido?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1
		Acceso a otros Sistemas (FUN 2.2)		Acceso a Software de Planificación de Recursos Empresariales	¿Permite el intercambio de información con Software de Planificación de Recursos Empresariales?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala	
		Acceso a Base de Datos (FUN 2.3)		Acceso a Bases de Datos	¿Tiene una base de datos propia?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	
					¿Permite el acceso a bases de datos de terceros para almacenar la información?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1	
					¿Permite el acceso a base de datos Oracle?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1	
					¿Permite el acceso a bases de datos MySQL?	0=No 1=Si	Administrador	1	1	1	1	1	
					¿Permite el acceso a bases de datos SQL Server?	0=No 1=Si	Administrador	0	1	1	1	1	
	Seguridad (FUN 3)				Control de acceso	¿Qué tan completa es la detección de acceso a usuarios del sistema, cuando se trata de obtener acceso al sistema de forma no autorizada?	5=Muy alta 4=Alta 3= Mediana 2= Básica 1= No tiene	Desarrollador Usuario	3	1	1	1	1
					Capacidad de auditoria	¿Qué tan completa es la auditoria? ¿Se evalua la cantidad de registros de acceso que el sistema registró en la base de datos histórica?	5=Muy alta 4=Alta 3= Mediana 2= Básica 1= No tiene	Desarrollador	5	1	1	1	1
	Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1)		Seguridad y Asignación de permisos (FUN 3.1)	Encriptación (FUN 3.1.1)	Certificado SSL	¿Tiene certificados SSL?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
				Autenticación a través de Usuario y Password (FUN 3.1.2)	Identidad del usuario	¿Verifica la identidad a través de usuario y el password?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
				Asignación de Roles (FUN 3.1.3)	Alumno	¿Permite la asignación de roles a los alumnos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
					Profesor responsable de la materia	¿Permite la asignación de roles a los profesores?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
					Tutor Personal	¿Permite la asignación de roles a los tutores personales?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
					Coordinador	¿Permite la asignación de roles a los coordinadores?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
					Administrador	¿Permite la asignación de roles a al administrador?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
Especialista en elaboración del material educativo	¿Permite la asignación de roles a los especialistas de la elaboración del material educativo?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1					

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala	
			Manejo de autorizaciones por curso (FUN 3.1.4)	Asignación de cursos	¿Permite la asignación de cursos a alumnos, profesores y tutores personales?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
		Capacidad de Auditoria (FUN 3.2)		Registro de acceso al sistema	¿Permite revisar los registros de acceso al sistema	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
				Modificación de los documentos	¿Permite verificar la modificación de los documentos?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
Usabilidad USA	Facilidad de comprensión (USA1)			Tiempo en que un usuario adquiere las destrezas necesarias para usar el sistema	¿Cuál es el tiempo en que un usuario adquiere las destrezas necesarias para usar el sistema?	5= 6 días o menos 4= 7-14 días 3= 15-30 días 2= 2-5 meses 1= 6 meses o más	Usuario	3	1	1	1	1	
				Nivel de dificultad de la aplicación	Nivel de dificultad de la aplicación	5=Muy difícil 4=Difícil 3=Promedio 2=Fácil 1=Muy fácil	Usuario	3	1	1	1	1	
				Facilidad para ubicar funcionalidades	¿Es fácil ubicar las funcionalidades del sistema?	5= Muy fácilmente 4= Fácilmente 3= Dificultad media 2= Difícil 1= Muy difícil	Usuario	4	1	1	1	1	
		Capacidad de Aprendizaje (USA 2)			Calidad en la clasificación de los temas	¿Es fácil utilizar el material de apoyo, por una buena clasificación de los temas?	5=Excelente 4=Buena 3= Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable.	Usuario	5	1	1	1	1
				Estándares de los documentos	¿Existen estándares a ser aplicados en el desarrollo de documentos?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Lider Desarrollador	5	1	1	1	1	
		Interfaz Gráfica (USA 3)			Interfaz personalizable	¿La interfaz es personalizable?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1
				Localización rápida de opciones	¿Se localizan rápidamente las opciones, es consistente la ubicación de utensilios?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1	
				Satisfacción del Diseño visual	¿Es bueno el diseño visual de las pantallas?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario	4	1	1	1	1	

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala
				Versatilidad de la navegación	¿Es versátil la navegación, entre pantallas?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario	4	1	1	1	1
				Consistencia en el uso del color	¿Es Consistente el uso del color?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario	5	1	1	1	1
				Contraste entre los colores	¿Como es el contraste con los colores?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario	4	1	1	1	1
				Navegación	¿Fácil navegación?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
				Customizable	¿Permite al usuario customizar y adaptar el "look and feel"?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1
				Idiomas	¿Es multilinguaje?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
				Zona horaria	¿Permite la configuración de la zona horaria para facilitar al participante la realización de los cursos?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1
				Barra de navegación	¿Tiene una barra de navegación que facilite el acceso a las herramientas del sistema, tales como foros?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
				Compartir información	¿Permite a los participantes compartir documentos?	0=No 1=Si	Usuario	0	1	1	1	1
	Operabilidad (USA 4)			Satisfacción con las ayudas disponibles respecto a las requeridas	¿Cómo es la satisfacción con las ayudas disponibles respecto a las requeridas?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio del Prom. 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario	4	1	1	1	1
				Satisfacción en relación con las interacciones amigables disponibles respecto a las requeridas	¿Cómo es la satisfacción en relación con las interacciones amigables disponibles respecto a las requeridas?	5=Excelente 4=Buena 3=Promedio del Prom. 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario	4	1	1	1	1

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala
				Claridad en el estado o progresos del usuario	¿Es claro el progreso del usuario en la operación del producto?	5=Muy clara 4=Clara 3=Promedio 2=Confusa 1= Muy confusa	Usuario	5	1	1	1	1
				Identificación y monitoreo constante de las necesidades del cliente	¿Existe una identificación y monitoreo constante de las necesidades de servicios de los clientes?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Líder Desarrollador Usuario	5	1	1	1	1
				Evaluación continua de la Satisfacción del cliente	¿Existe una evaluación continua de la satisfacción del cliente respecto a los servicios de apoyo y al producto?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Líder Desarrollador Usuario	5	1	1	1	1
				Soporte operacional continuo	¿Se provee apoyo para resolver problemas operacionales según requerimientos del cliente?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Líder Desarrollador Usuario	5	1	1	1	1
				Servicio apropiado al cliente	¿Se proveen servicios apropiados para satisfacer las necesidades de los clientes?	5=Excelente 4=Bueno 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Líder	4	1	1	1	1
				Satisfacción con el tiempo de respuesta	¿Cómo es la satisfacción en relación con el tiempo de respuesta respecto a las requeridas?	5=Excelente 4=Bueno 3=Promedio 2=Debajo del Prom. 1= Inaceptable	Usuario	3	1	1	1	1
				Operación apropiada del software en su ambiente	¿Existe una correcta operación del software en su ambiente?	0=No 1=Si	Desarrollador Usuario	1	1	1	1	1
				Ambiente del software acordado	¿Está siendo operado el software en el ambiente acordado?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
				Asistencia a los clientes en cuanto a operación	¿Existe asistencia a los clientes en cuanto a su operación?	0=No 1=Si	Usuario	1	1	1	1	1
Mantenibilidad (MAB)	Capacidad de Análisis (MAB 1)			Facilidad para ser diagnosticado	Grado de facilidad al diagnosticar el software	5: Muy fácil 4: Fácil 3: Dificultad Media 2: Difícil 1: Muy difícil	Desarrollador	3	1	1	1	1

Categoría	Característica	Sub- Característica	Sub-sub- Característica	Métrica	Pregunta	Formulación	Dirigido a	Respuesta	Pertinencia	Factibilidad	Profundidad	Escala
				Registro de diagnósticos	¿Existe un registro de diagnósticos?	5=Completam. def. 4=Casi todo def. 3= Med. Def. 2= Poco def. 1= No están def.	Desarrollador	5	1	1	1	1
	Capacidad de Cambio (MAB 2)			Registro de cambio	¿Son registrados los cambios en los módulos?	0=No 1=Si	Desarrollador	1	1	1	1	1
				Independencia funcional de los módulos	¿Está la funcionalidad del software repartida en módulos diferentes?	5=Completam. 4=Casi todo. 3= Med.. 2= Poco 1= No.	Desarrollador	5	1	1	1	1
				Incorporación de requerimientos	¿Existe un mecanismo para incorporar nuevos requerimientos del cliente?	5=Completam. def. 4=Casi todo def. 3= Med. Def. 2= Poco def. 1= No están def.	Desarrollador	5	1	1	1	1
				Mejoras por cambios tecnológicos	¿Se tienen identificadas y manejadas las mejoras por cambios de tecnologías de acuerdo a las necesidades del cliente?	5=Completam. def. 4=Casi todo def. 3= Med. Def. 2= Poco def. 1= No están def.	Líder Desarrollador	5	1	1	1	1
	Estabilidad (MAB 3)			Existencia de efectos co-laterales al realizarse las modificaciones	¿Pueden ocurrir efectos co-laterales al realizarse las modificaciones?	1=No 0=Si	Desarrollador	0	1	1	1	1
				Existencia de una matriz de impacto	¿Se trabaja con una matriz de impacto?	0=No 1=Si	Desarrollador	1	1	1	1	1
	Capacidad de Prueba (MAB 4)			Funciones de pruebas	¿Existen pruebas internas en el código?	0=No 1=Si	Desarrollador	1	1	1	1	1
				Puntos de chequeo	¿Existen puntos de chequeos?	0=No 1=Si	Desarrollador	1	1	1	1	1
				Detección del impacto del cambio	¿Puede ser detectado el impacto del cambio?	0=No 1=Si	Líder Desarrollador	1	1	1	1	1
	Cohesión (MAB 6)			Cohesivo	¿Los módulos son responsables de una sola tarea?	5=Siempre 4=Casi siempre 3= Algunas veces 2= Pocas veces 1= Nunca	Desarrollador	5	1	1	1	1

