



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica
Unidad de Posgrado

**Selección de una Plataforma de Enseñanza de Código
Abierto para las Carreras de Ingeniería, Empleando el
Análisis Formal de Concepto (FCA), caso de una
Universidad Pública Peruana**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en
Telecomunicaciones

AUTOR

Esequiel Zavala Huavel

ASESOR

Dr. Víctor Manuel Cruz Ornetta

Lima, Perú

2025



Reconocimiento – No Comercial – Compartir Igual – Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Zavala, E. (2025). *Selección de una Plataforma de Enseñanza de Código Abierto para las Carreras de Ingeniería, Empleando el Análisis Formal de Concepto (FCA), caso de una Universidad Pública Peruana*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Esequiel Zavala Huavel
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07243221
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4891-1025
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Víctor Manuel Cruz Ornetta
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08852493
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4353-7751
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Juan Francisco Tisza Contreras
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08596442
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Carlos Alberto Sotelo López
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07017259
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Franklin Alfredo Cabezas Huerta
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	43809849
Datos de investigación	

Línea de investigación	Gestión de la educación virtual y plataforma de aprendizaje
Grupo de investigación	Tecnología aplicada a la sociedad (TAS)
Agencia de financiamiento	Autofinanciamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Instituto de Investigación. Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Ciudad Universitaria Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Calle: German Amezaga S/N
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2018 - octubre 2024
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería de sistemas y comunicaciones http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04



Acta de Sustentación de Tesis para Optar el Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones

Siendo las **16:00** horas del día 06 de junio de dos mil veinticinco, en el salón de grados de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, el Jurado de Tesis conformado por los siguientes docentes:

Presidente : Mg. Juan Francisco Tisza Contreras
Miembro : Dr. Carlos Alberto Sotelo López
Miembro : Mg. Franklin Cabezas Huerta
Asesor : Dr. Víctor Manuel Cruz Ornetta

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada “**Selección de una Plataforma de Enseñanza de Código Abierto para las Carreras de Ingeniería, Empleando el Análisis Formal de Concepto (FCA), caso de una Universidad Pública Peruana**”, presentada por el bachiller, Esequiel Zavala Huavel, con código N° 0999106, egresado del programa de posgrado Maestría en Telecomunicaciones.

Concluida la sustentación, los miembros del Jurado de Tesis procedieron a formular sus preguntas las que fueron absueltas por el graduando; acto seguido se procedió con la evaluación correspondiente. En forma colegiada, el jurado asignó el calificativo:

Aprobado (15) QUINCE

Aprobada la sustentación de la Tesis, el jurado evaluador recomienda al Consejo de Facultad que se apruebe el otorgamiento del Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones a don **Esequiel Zavala Huavel**.

Siendo las **17:31** horas, se levantó la sesión.

Se deja constancia del acto mediante las firmas del jurado de sustentación y asesor de la tesis en la presente acta:

Mg. Juan Francisco Tisza Contreras
Presidente

Dr. Carlos Alberto Sotelo Lopez
Miembro

Mg. Franklin Alfredo Cabezas Huerta
Miembro

Dr. Víctor Manuel Cruz Ornetta
Asesor

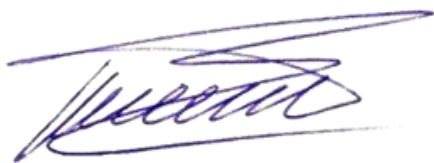
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Víctor Manuel Cruz Ornetta**, en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° 000069-2025-D-FIEE/UNMSM de la tesis cuyo título es **“Selección de una Plataforma de Enseñanza de Código Abierto para las Carreras de Ingeniería, empleando el Análisis formal de concepto (FCA), caso de una Universidad Pública peruana”**, presentado por el bachiller Esequiel Zavala Huavel, para optar el grado Académico de Magister en Telecomunicaciones, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 18% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado Académico de Magister en Telecomunicaciones.

Lima, 28 de abril de 2025

Firma del Asesor:



Nombres y Apellidos del asesor:

Dr. Víctor Manuel Cruz Ornetta

DNI: 08852493

Dedicatoria

A Dios, por ser mi fortaleza, mi luz, y sobre todo por mostrarme el camino que me condujo a este día.

A mi hijo José Luis Zavala Soto, que gracias a su incondicional apoyo he podido cumplir con esta enorme meta.

A mi Familia, mi esposa, Lita Martha Soto Nieto que hoy me protege, me guía y me encamina desde el cielo; a mis hijos y nietos, por estar conmigo incondicionalmente; apoyándose de una u otra manera en el trayecto de mi vida cerca como a la distancia.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por brindarme las instalaciones de la FIEE, en especial al Decano de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica Dr. Víctor Manuel Cruz Ornetta por asesorar la presente tesis y brindarme las herramientas suficientes para la elaboración de la presente investigación.

Asimismo, al estudiante de maestría Yuri Mijail Arieta Laya y al Lic. José Luis Zavala Soto, quienes con sus conocimientos aportaron mucho para poder cumplir este sueño de llegar a culminar este trabajo.

Resumen

Muchos sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) existen en el mercado, los cuales son herramientas de software diseñados para gestionar las actividades de aprendizaje de los usuarios. Un LMS es una solución estratégica de alto nivel para planificar, entregar y gestionar los eventos de aprendizaje dentro de una institución, los cuales pueden ser en línea, aula virtual, cursos dirigidos por un profesor, seguimiento de avance y rendimiento del alumno. ¿Cuál de los tantos sistemas LMS que existe en el mercado se elegirá? De aquí nace el tema de como seleccionar la plataforma de enseñanza.

El objetivo principal del presente trabajo fue establecer un método que pueda evaluar las plataformas de enseñanza de código abierto en base al análisis formal de concepto (FCA) (basado en inteligencia artificial) el cual es una teoría matemática y una técnica de aprendizaje de análisis de datos. El proceso de desarrollo del trabajo se inició con el estudio y análisis del FCA hasta entenderlo por completo. Seguidamente se seleccionaron las plataformas CMS2.0 Content Management Systems, Claroline1.8.1, Dokeos1.6.4, Mambo4.6.1, Moodle1.9 y My Source Matrix3.14.0. que eran las seis plataformas más populares que cumplían con los siguientes requerimientos técnicos: servidor Web y de aplicaciones, base de datos, sistema operativo y lenguaje de programación.

Luego se aplicó el método desarrollado en esta tesis para evaluar dichas plataformas, considerándose sus características agrupadas en 3 categorías: Categoría aspectos técnicos que a su vez consta de dos subcategorías que son: seguridad y performance. Categoría usabilidad que consta de 4 subcategorías que son: soporte, interoperabilidad, flexibilidad y gestión. Categoría herramientas integradas que consta de 4 subcategorías que son: herramientas de comunicación, herramientas de administración, herramientas de distribución y herramientas de desarrollo totalizando 97 características evaluadas.

Las características de las plataformas según el proyecto de la tesis fueron evaluadas mediante una comunidad de sistema de gestión de contenidos (CMS) de practica donde cada característica podría tener los siguientes valores si (si existe), no (no existe), g (si es libre agregar), l (si es limitado), c (costo adicional), ?(datos insuficientes). Los objetos (las plataformas de aprendizaje) y los “atributos” (las características) se incluyen en una sola tabla llamada "contexto" para formar la estructura de clases de un contexto formal definido por $[G, M, I]$ donde G es un conjunto de objetos, M son los atributos y I es la matriz de relación. Para realizar la clasificación de las plataformas de aprendizaje, se utiliza un software libre de análisis de conceptos formales disponible en Internet: Lattice Miner. Este programa facilita la creación, exploración y modificación de estructuras conceptuales, permitiendo tanto la generación del contexto inicial como su expansión.

Se analizaron las seis plataformas en la categoría aspectos técnicos y subcategoría seguridad y después aplicar los atributos (características) a lattice miner se generan dos tablas, la primera se llama contexto inicial donde los valores de cada característica para cada plataforma y la segunda tabla contexto extendido con todos los valores posibles a los atributos para cada plataforma da como resultado que el 50% de las plataformas (Claroline, Moodle y CMS) contienen todos los atributos de subcategoría seguridad; el 100% de las plataformas (6) contiene dos atributos que son: granular privileges y login history. De manera similar se puede evaluar otras categorías y subcategorías y obtener resultados de la plataforma que más cumple con los requisitos.

Se concluyo lo siguiente:

Numerosos artículos y sitios brindan revisiones del aprendizaje, de plataformas, en su mayoría concentrados en el estudio comparativo de sus características. Estas investigaciones comparativas se fundamentan en análisis realizados por especialistas. Generalmente, tras concluir el proceso de evaluación, estos profesionales completan registros de información, los cuales son posteriormente detallados o revisados en distintos puntos de control.

Para los resultados del presente trabajo los puntos de control de evaluación de las plataformas de aprendizaje se han traducido en datos en un formato específico. Luego, el

análisis comparativo se realizó utilizando un método de minería de datos. Lattice Miner, una herramienta de software que implementa este método ha proporcionado múltiples clasificaciones de criterios de las plataformas de aprendizaje consideradas, lográndose que las fortalezas y limitaciones de las plataformas evaluadas se resalten de manera integral.

Abstract

Many learning management systems (LMS) exist on the market, which are software tools designed to manage users' learning activities. An LMS is a high-level strategic solution for planning, delivering and managing learning events within an institution, which can be online, virtual classroom, teacher-led courses, student progress and performance tracking. Which of the many LMS systems on the market will be chosen? This is where the topic of how to select the teaching platform comes from.

The main objective of this work was to establish a method that can evaluate open source teaching platforms based on formal concept analysis (FCA) (based on artificial intelligence) which is a mathematical theory and a data analysis learning technique. The process of developing the work began with the study and analysis of the FCA until it was completely understood. The CMS2.0 Content Management Systems, Claroline1.8.1, Dokeos1.6.4, Mambo4.6.1, Moodle1.9 and My Source Matrix3.14.0 platforms were then selected. which were the six most popular platforms that met the following technical requirements: Web and application server, database, operating system and programming language.

Then the method developed in this thesis was applied to evaluate these platforms, considering their characteristics grouped into 3 categories: technical aspects category which in turn consists of two subcategories which are: security and performance. Category usability that consists of 4 subcategories that are: support, interoperability, flexibility and management. Category integrated tools that consists of 4 subcategories that are: communication tools, administration tools, distribution tools and development tools totaling 97 evaluated features.

The characteristics of the platforms according to the thesis project were evaluated through a community of content management system (CMS) of practice where each characteristic could have the following values if (if it exists), no (it does not exist), g (if it is free to add), l (if it is limited), c (additional cost), (insufficient data). The objects (the

learning platforms) and the “attributes” (the features) are included in a single table called "context" to form the class structure of a formal context defined by $[G, M, I]$ where G is a set of objects, M are the attributes and I is the relationship matrix. To carry out the classification of the learning platforms, a free formal concept analysis software available on the Internet is used: Lattice Miner. This program facilitates the creation, exploration and modification of conceptual structures, allowing both the generation of the initial context and its expansion.

The six platforms were analyzed in the technical aspects and security subcategory category and then apply the attributes (characteristics) to lattice miner two tables are generated, the first is called initial context where the values of each characteristic for each platform and the second extended context table with all possible values to the attributes for each platform results in that 50% of the platforms (Claroline, Moodle and CMS) contain all the attributes of each; 100% of the platforms (6) contain two attributes which are: granular privileges and login history. Similarly, you can evaluate other categories and subcategories and get results from the platform that most meets the requirements.

The following was concluded:

Numerous articles and sites provide reviews of learning, platforms, mostly concentrated on the comparative study of their characteristics. These comparative investigations are based on analyses carried out by specialists. Generally, after completing the evaluation process, these professionals complete information records, which are subsequently detailed or reviewed at different control points.

For the results of the present work, the evaluation control points of the learning platforms have been translated into data in a specific format. Then, the comparative analysis was performed using a data mining method. Lattice Miner, a software tool that implements this method has provided multiple classifications of criteria of the considered learning platforms, achieving that the strengths and limitations of the evaluated platforms are highlighted in an integral way.

Índice

	Página
CAPITULO 1: Introducción	1
1.1. Situación problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	1
1.3. Justificación teórica	2
1.4. Justificación practica.....	5
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos específicos	5
1.6. Hipótesis Principal.....	5
1.6.1. Hipótesis específicas	5
1.6.2. Prueba de hipótesis.....	6
1.7. Matriz de consistencia.....	7
CAPITULO 2: Marco teórico	8
2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación.....	8
2.2. Antecedentes de investigación.....	9
2.3. Bases teóricas relacionadas al aprendizaje.....	11
2.4. Algunos métodos de evaluación de e-learning	12
2.4.1. Calidad de e-learning: identificación de sus dimensiones, propuesta y validación de un modelo para su evaluación en educación superior.....	12
2.4.2. Comparación de los sistemas de gestión de aprendizaje de código abierto	23
2.4.2.1. Investigaciones relacionadas	26
2.4.3. Propuesta para la evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje con base en estándares de Usabilidad.....	26
2.4.3.1. Metodología de investigación	29

2.4.4. Método para la evaluación integral de la usabilidad en sistemas e-learning	32
2.4.4.1. Usabilidad	32
2.4.4.2. Métodos clásicos de evaluación	32
2.4.4.2.1. Métodos de Inspección	32
2.4.4.2.2. Método de Indagación	33
2.4.4.3. Nuevas propuestas de evaluación.....	33
CAPITULO 3: Metodología	36
3.1. Metodología de Investigación.....	36
3.1.1. Características de las plataformas de aprendizaje: Categoría aspectos técnicos y usabilidad.....	39
3.1.1.1. Categoría aspectos técnicos.....	39
3.1.1.1.1. Seguridad	39
3.1.1.1.2. Performance.....	40
3.1.1.2. Categoría usabilidad	41
3.1.1.2.1. Soporte.....	41
3.1.1.2.2. Interoperabilidad	41
3.1.1.2.3. Flexibilidad	42
3.1.2. Características de las plataformas de enseñanza: categoría usabilidad e integración de herramientas	42
3.1.2.1. Fácil de usar	42
3.1.2.2. Administración	44
3.1.2.3. Herramientas de comunicación	44
3.1.2.4. Herramientas de gestión	45
3.1.2.5. Herramientas de reparto de curso.....	46
3.1.2.6. Desarrollo de contenidos	47
3.2. Evaluación de las plataformas	48
3.3. Análisis formal de conceptos.....	57
3.3.1. Interoperabilidad con software que no es análisis formal de conceptos (FCA)	57
3.3.2. Análisis formal de concepto matemático (AFC).....	58

3.3.2.1. Por su extensión	58
3.3.2.2. Por su intensidad	58
3.3.3. Conceptos formales.....	59
3.3.4. AFC Stone: software de conversión de formato de archivo AFC.....	60
CAPITULO 4: Aplicación de FCA en la evaluación de las plataformas	62
4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados	62
4.2. Herramienta de análisis formal de concepto: lattice miner.....	62
4.3. Pruebas de Hipótesis.....	64
4.3.1. Categoría aspectos técnicos	65
4.3.1.1. Subcategoría seguridad	65
4.3.1.2. Subcategoría performances	70
4.3.2. Categoría integración de herramientas	71
4.3.2.1. Subcategoría herramientas de administración	71
4.3.2.2. Subcategoría herramientas de comunicación	75
4.3.2.3. Subcategoría herramienta de distribución de cursos	77
4.3.2.4. Subcategoría desarrollo de contenidos	81
4.3.3. Categoría usabilidad.....	84
4.3.3.1. Subcategoría facilidad de uso.....	84
4.3.3.2. Subcategoría flexibilidad.....	86
4.3.3.3. Subcategoría interoperabilidad	90
4.3.3.4. Subcategoría gestión	93
4.3.3.5. Subcategoría performances	96
4.3.3.6. Subcategoría soporte	99
4.4. Limitaciones del metodo FCA con otros metodos de evaluacion.....	102
4.4.1. Complejidad en la Visualización.....	102
4.4.2. Modelado de Negación	102
4.4.3. Falta de Empirismo	102
4.4.4. Dependencia de la definición del contexto:	103
CAPITULO 5: COMPARACIÓN CON OTROS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS PLATAFORMAS	104

5.1.	Calidad de e-learning, identificación de sus dimensiones y propuesta de un modelo para su evaluación en la educación superior	104
5.2.	Comparación de los sistemas de gestión de aprendizaje de código abierto	105
5.3.	Propuesta para la evaluación de entornos virtuales de enseñanza aprendizaje con base en estándares de usabilidad	106
5.4.	Método de evaluación integral de la usabilidad en sistemas e-learning	107
5.4.1.	Métodos clásicos de evaluación	108
5.4.2.	Métodos de indagación	108
5.4.3.	Método test.....	108
5.4.4.	Nuevas propuestas.....	108
5.4.5.	Resultados de la comparación de FCA con otros métodos de evaluación	110
5.5.	Tesis: “Selección de una plataforma de enseñanza de Código abierto para las carreras de ingeniería, empleando el análisis formal de concepto (FCA)-caso de una universidad pública peruana”	111
CAPITULO 6 ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS DIFERENTES PLATAFORMAS		113
CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		116
7.1.	Proyección del análisis formal de concepto (AFC)	118
Referencias bibliográficas		119
Anexo I Glosario de términos.....		121
ANEXO II PROCESO DE EVALUACION Y CLASIFICACION DE PLATAFORMAS DE APRENDIZAJE		123
ANEXO III: CONTEXTO DE LAS PLATAFORMAS DE APRENDIZAJE.....		126

Índice de Tablas

Tabla	Página
1. Matriz de consistencia.....	7
2. Identificación de dimensiones	13
3. Análisis de las dimensiones relevantes en la evaluación de la calidad de e-learning según cada autor.....	15
4. Características más importantes de un sistema de gestión de aprendizaje	24
5. Características de usabilidad ISO25000.....	28
6. Propuesta de características y subcaracterísticas para evaluar un EVEA	31
7. Requerimientos técnicos de plataformas de aprendizaje.....	38
8. Valores de la característica para las plataformas de enseñanza y categoría de uso	51
9. Características de plataformas por Categorías (Usabilidad e Integralidad de herramientas).....	53
10. Valor de las características para las seis plataformas de aprendizaje- categoría integración de herramientas	55
11. Contexto formal K: =[G,M,I].....	59
12. Presenta el contexto inicial con todos los valores de atributos para cada plataforma de aprendizaje. Subcategoría seguridad	65
13. El contexto extendido con las plataformas de e-learning cuyas características son evaluadas. Subcategoría seguridad	66

Índice de Figuras

Figura	Página
1. Síntesis de un enfoque y modelos de evaluación e-learning	9
2. Características de calidad software y las cinco subcaracterísticas de usabilidad	27
3. Propuestas características para la evaluación de usabilidad en un EVEA. Con base Modelo propuesto en y estándares ISO-9126, ISO 25000	30
4. Modelo semio-cognitivo de Carlos Scolari	34
5. Diagrama de flujo de evaluación de las plataformas de enseñanza.....	49
6. Arquitectura minería de Celosía.....	63
7. Contexto extendido con todas las plataformas de aprendizaje y todos los valores posibles de sus características - subcategoría Seguridad	67
8. La clasificación para la subcategoría de seguridad. Tres plataformas tienen todas las características para esta subcategoría ellos son: Claroline, Moodle y My source matrix	68
9. La clasificación para la subcategoría de seguridad, 50% de las plataformas: Claroline, Moodle y My source Matrix cumplen con todas las características que pertenecen a esta subcategoría	69
10. contexto extendido con todas las plataformas y con el valor de sus posibles valores. Subcategoría performance	70
11. La clasificación para la subcategoría performance	70
12. La clasificación para la subcategoría performance en porcentaje	71
13. Contexto extendido para las seis plataformas. Subcategoría: Herramientas de administración	72
14. Clasificación para la subcategoría herramientas de administración	73
15. Clasificación en % de la subcategoría herramientas de administración	74
16. Contexto extendido para todas las plataformas. Subcategoría: herramientas de comunicación	75
17. Clasificación para la subcategoría herramientas de comunicación	76
18. Clasificación en % de la subcategoría herramientas de comunicación	77

19. Contexto extendido con todas las plataformas y los valores de sus características. Subcategoría herramientas de distribución de cursos	78
20. Clasificación para la subcategoría: herramientas de distribución de curso	79
21. Clasificación en % para la subcategoría herramientas de distribución de cursos	80
22. Contexto extendido de las plataformas y valores de sus características. Subcategoría: Desarrollo de contenidos	81
23. Subcategoría: desarrollo de contenidos. Clasificación de los atributos y sus respectivos objetos	82
24. Clasificación en % de la subcategoría desarrollo de contenidos	83
25. Contexto extendido de las plataformas y valores de sus características. Subcategoría facilidad de uso.....	84
26. Clasificación para la subcategoría facilidad de uso.....	85
27. Clasificación en % para la subcategoría: facilidad de uso	86
28. Contexto extendido con todas las plataformas y sus valores. subcategoría: flexibilidad	87
29. Clasificación de la subcategoría: flexibilidad	88
30. Clasificación en % para la subcategoría flexibilidad	89
31. Contexto extendido con todas las plataformas y todos los valores posibles. Subcategoría interoperabilidad.....	90
32. Clasificación para la subcategoría Interoperabilidad.....	91
33. Clasificación en % para la subcategoría Interoperabilidad.....	92
34. Contexto extendido con todas las plataformas de enseñanza y valores de sus características. Subcategoría: Gestión.....	93
35. Clasificación para la subcategoría gestión	94
36. Clasificación en % para la subcategoría gestión	95
37. Contexto extendido con todas las plataformas de enseñanza y valores de sus características. Subcategoría: Performances	96
38. Clasificación de la subcategoría Performances	97
39. Clasificación en % de la subcategoría Performances	98

40. Contexto extendido con todas las plataformas de enseñanza y valores de sus características. subcategoría: Soporte	99
41. Clasificación de la subcategoría Soporte.....	100
42. Clasificación en % de la subcategoría soporte	101
43. Propuesta de característica para la evolución de usabilidad en evaluación virtual de enseñanza aprendizaje basado en estándares ISO9126, ISO25000 SQuaRE	107
44. Modelo semiocognitivo de Carlos scolari.....	109
45. Contexto inicial para la subcategoría seguridad con todos los valores de la plataforma	124
46. Contexto extendido para todas las plataformas y todos los valores posibles de sus características	124
47. Se presenta el diagrama de red de Lattice Miner para la subcategoría seguridad	124
48. Diagrama para la categoría aspectos técnicos y subcategoría seguridad.....	125

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) y la plataforma e-learning posibilitará resolver un gran número de actividades de enseñanza en la universidad y en la comunidad, este es un tema transversal porque se puede utilizar en muchos campos de la vida real. Por eso el uso de las TIC cuya base se centra en el campo de la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones dan paso a nuevas formas de comunicación. Entonces el problema es ¿Cuál de los sistemas de enseñanza existentes se debe utilizar? La facultad de Ingeniería electrónica y eléctrica (FIEE) no tiene experiencia en haber utilizado un método de evaluación para elegir una plataforma de enseñanza e igualmente otras unidades de la universidad tampoco lo tienen. La elección los hace por referencia. Se sabe que existen varias plataformas de enseñanza como son: eCollege, Atutor, Blackboard, WebCT, Desire Learn, Dokeos, L RN, Proyecto Sakai, Claroline y Moodle. De aquí surgen varias preguntas como las siguientes: ¿Cuál de estas plataformas es la más conveniente? ¿Por qué se le elige? ¿Cuál es el resultado de la aplicación en los docentes? ¿Cuál es el resultado de aplicación en los alumnos? el planteamiento del problema está claro. Es decir, tiene que existir un método de evaluación rigurosa para elegir una plataforma.

1.2. Formulación del problema

El problema consiste en proponer un método de evaluación para elegir una plataforma de enseñanza de código abierto, para ello se utilizará la inteligencia artificial (IA) para potenciar algunos desafíos mayores de la educación actual e innovar las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Para contrastar con otros métodos de evaluación en la sección 2.4 se analiza algunos artículos que evalúa la calidad de enseñanza aprendizaje mediante las siguientes dimensiones: la calidad de la institución, calidad docente, calidad del sistema de aprendizaje y calidad de la evaluación del programa.

Si se dispone de las siguientes plataformas: +CMS Content Management Systems (2010), Claroline (2010), Dokeos (2010), Mambo (2011), Moodle (2011) y My Source Matrix (2012), etc ¿Cuál de ellas seleccionar? ¿De qué parámetros de la plataforma

depende? Para entender, se tiene que analizar las características técnicas de cada uno de ellos y luego evaluarlos para determinar las ventajas y desventajas. De aquí surge la pregunta ¿Qué método permitirá evaluar las características técnicas?

1.3. Justificación teórica

Hoy en día en el campo de la enseñanza a distancia destaca la plataforma de aprendizaje en línea como la más exitosa. Esta modalidad aprovecha al máximo los recursos que brindan la informática y Internet para ofrecer a los estudiantes una amplia gama de herramientas didácticas que hacen que el curso virtual sea más dinámico y sencillo de seguir. Además, este sistema e-learning se puede utilizar dentro y fuera de la universidad brindando cursos a distancia sin necesidad de disponer del profesor. Por lo que los costos de impartir los cursos se reducen. Para ser más específicos se puede mencionar algunas ventajas del uso de e-learning, estos son los siguientes: En primer lugar, el estudiante se responsabiliza de su aprendizaje por sí mismo sin ninguna presión. Es decir, el aprendizaje es activo. En segundo lugar, esta modalidad permite hacer un seguimiento continuo del proceso de aprendizaje. En tercer lugar, el horario es flexible para la interacción académica, ya que el estudiante decide cuando descargar los programas para estudiar. En cuarto lugar, el estudiante puede acceder al sistema las veinticuatro (24) horas. En quinto lugar, No existe desplazamientos ni barreras geográficas para iniciar el curso. En sexto lugar, el sistema se adapta al ritmo de aprendizaje del estudiante. En séptimo lugar, se dispone de recursos virtuales ilimitados. En octavo lugar, Los contenidos de los materiales de enseñanza son actualizados; y, por último, el aprendizaje e-learning resulta más económico.

Es importante tener claro el concepto de código abierto como se menciona en Armendariz (2006) quien define al código abierto como diversos patrones que puede ser modificados para cualquier propósito, sin limitaciones y sin restricciones (p. 2).

Con lo propuesto por Armendáriz se da –indirectamente- soluciones compartidas para una preservación digital efectiva y eficiente, liderando un esfuerzo de cooperación para el desarrollo de conjuntos de herramientas para la preservación digital.

Por otro lado, Cruz et al. (2006) establecen los criterios para el modelo de evaluación, se consulta la literatura sobre la comparación de software de código abierto y otros modelos como los modelos de madurez de software de código abierto. Al evaluar el software en el mercado de código abierto, estas características únicas deben tenerse en cuenta para encontrar el software que sea lo suficientemente maduro y tenga una buena posibilidad de supervivencia (p. 7).

Al examinar el software de código abierto en el medio, sus características únicas deben tenerse en cuenta para encontrar el software que sea lo suficientemente maduro y tenga una buena posibilidad de supervivencia. En otras palabras, las posibilidades de que el proyecto Open Source exista en el futuro son más predecibles que las de los proveedores de software privativo. Las características fundamentales de un proyecto de software libre son: documentación, integración, seguridad, funcionalidad, modularidad y estándares.

Con relación al concepto de evaluación de Software, se relaciona a lo descrito por Moreno y Vegas (2006), el concepto de evaluación de software conduce al desarrollo de código abierto, siendo este modificado por cualquier entidad tanto natural e institucional. Por ende resulta más conveniente que se vaya evaluando el producto de software a medida que se va estructurando. Asimismo es fundamental realizar simultáneamente al proceso de desarrollo una evaluación en la que prevalezca la labor colaborativa (pag 4).

Por otra parte, el Sistema de Gestión de Aprendizaje -Siendo un software de código abierto- es una aplicación que cubre la administración, el seguimiento y la gestión de informe de programas de capacitación en línea de eventos de aprendizaje electrónico. Este Sistema de Gestión de Aprendizaje facilita el acceso del contenido y administración del aprendizaje.

Para elegir el sistema más adecuado para el aprendizaje a distancia, es fundamental considerar las limitaciones y capacidades de la unidad encargada de su implementación. Sin embargo, esta tarea puede resultar compleja debido a la amplia variedad de plataformas disponibles en el mercado. *Por eso se hace necesario determinar el método de evaluar dichas plataformas. Este análisis ayudara a los educadores en elegir la plataforma más adecuada.* Cuando hablamos de un sistema de enseñanza no se trata únicamente de coger un curso colgarlo en la página web, sino que es más complicado

porque se integra el uso de las Tics y el uso de elementos didácticos para la enseñanza y aprendizaje. Es decir, es un nuevo concepto de la enseñanza a distancia.

Las bondades de ofrecer clases mediante una plataforma en línea no solo se encuentran en la flexibilidad que otorgan los estudiantes en cuanto al tiempo y espacio disponibles; también radican en la posibilidad de reutilizar material académico y en el consiguiente uso eficiente de recursos como papelería e infraestructura educativa que llevan incluso al acortamiento de los tiempos de aprendizaje.

1.4. Justificación practica

Es muy importante tener muy claro el sistema de enseñanza a elegir de la diversidad de plataformas que existe en el medio, porque de ello dependerá la infraestructura a utilizar, cantidad de participantes y calidad de servicio. Además, estas plataformas son aplicaciones informáticas que facilitan la gestión de actividades educativas en línea (crear cursos, registrar usuarios, utilizar herramientas de comunicación, etc.). Los usuarios ingresan a un entorno privado donde se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es proponer un método para evaluar y seleccionar técnicamente la plataforma de enseñanza más adecuada para los fines de la FIEE-UNMSM

1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar el desarrollo de la lista de características necesarios para implementar dentro de la plataforma de aprendizaje de código abierto.
- Determinar la plataforma de enseñanza haciendo uso de inteligencia artificial (FCA)
- Definir la base teórica y la terminología a utilizar.
- Evaluar de manera comparativa las metodologías para evaluación de plataformas de e-learning de código abierto.

1.6. Hipótesis Principal

El uso de la inteligencia artificial (FCA) permite la selección de la plataforma de enseñanza más adecuada para la FIEE-UNMSM

1.6.1. Hipótesis específicas

- Desarrollo de la lista de características necesarias permitirá implementar dentro de las plataformas de enseñanza (objetos) de código abierto.
- El uso de la inteligencia artificial (FCA) permite seleccionar la plataforma de enseñanza de código abierto.

1.6.2. Prueba de hipótesis

Una vez creado el diagrama de clasificación general, el software Lattice Miner permite al usuario acceder a diferentes vistas según sus necesidades. Estas vistas pueden mostrar, por ejemplo, qué plataformas incluyen todas las características analizadas, cuáles poseen una característica específica o un conjunto de ellas, o qué objetos cuentan con la menor cantidad de atributos. Como ilustración, los resultados relacionados con la subcategoría Seguridad, dentro de la categoría "Aspectos Técnicos", se presentan en las Figuras 4 y 5, dando continuidad a lo expuesto en este estudio.

1.7. Matriz de consistencia

Tabla 1

Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Inst. rec. datos	Resultados esperados	Análisis de datos
Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal	Variab. Indepen.	Dimensión (V.I)	Indicador (V.I)	Instr. (V.I)	Resultado 1	Análisis 1
¿Cómo se puede seleccionar la plataforma de enseñanza de código abierto para las carreras de ingeniería, empleando el análisis formal de concepto (FCA)? ¿Caso la FIEE-UNMSM?	Establecer un método basado en FCA para evaluar y seleccionar la plataforma de enseñanza (objeto) más adecuada para los fines de la FIEE-UNMSM.	El uso del análisis formal de concepto (FCA) permite la selección de la plataforma de enseñanza de código abierto más adecuada para la FIEE-UNMSM	1. Aplicación del análisis formal de concepto (FCA) dadas las características técnicas de las plataformas 2. Uso de herramientas de FCA (Lattice Miner). 3. Métodos alternativos de evaluación.	Desarrollo de un sistema de requerimiento de características necesarias para la implementación dentro de las plataformas de aprendizaje de código abierto.	1. Implementación del método de FCA mediante el software Lattice Miner para evaluar las plataformas con 97 características agrupadas en 3 categorías: aspectos técnicos, usabilidad e herramientas integradas. 2. Construcción de contextos formales y diagramas de red. 3. Modelos como ISO 25000, QWS, evaluación heurística	Mediante documentación se obtiene las características de cada plataforma y en internet en 3 categorías: usabilidad, aspectos técnicos e integración de herramientas	Mediante el uso del software gratuito se obtiene el proceso de clasificación para cada subcategoría de características de todo el grupo de plataformas de aprendizaje de código abierto.	Análisis descriptivo comparativo: aplicación de AHP (Proceso Analítico Jerárquico) para ponderar criterios de selección de las plataformas de enseñanza mediante
Problemas especif.	Objetivos especif.	Hipótesis especif.	Variable depen.	Dimensión (V.D.)	Indicador (V.D.)	Instr. (V.D)	Resultado 2	Análisis 2
1. ¿Cuáles son las características técnicas necesarias para evaluar plataformas de enseñanza de código abierto? 2. ¿Cómo aplicar inteligencia artificial (FCA) para la selección de la plataforma de enseñanza de código abierto? 3. ¿Como se comparan los resultados del FCA con otros métodos de evaluación?	1. Analizar y desarrollar una lista de características técnicas requeridas para evaluar plataformas de código abierto. 2. Implementar el método FCA mediante herramientas como Lattice Miner para clasificar plataformas 3. Evaluar la eficacia del FCA frente a métodos tradicionales (ej modelos de calidad ISO, QWS)	1. La identificación de características técnicas (seguridad, performance, etc.) permite estandarizar la evaluación de las plataformas. 2. El software Lattice Miner genera clasificaciones objetivas basadas en atributos comunes entre plataformas. 3. FCA ofrece una evaluación más integral y cuantificable que métodos basados en opiniones de expertos.	1. selección óptima de la Plataformas de enseñanza de código abierto. 2. criterios de evaluación establecidos. 3. Clasificación de plataformas. 4. Ventajas del FCA.	Uso de la inteligencia artificial (FCA) para la selección de las plataformas de enseñanza de código abierto.	1. Resultados comparativos de las plataformas evaluadas (ej. Claroline, Moodle, My Souce Matrix,...) en categorías como aspectos técnicos, usabilidad y herramientas integradas. 2. Tablas comparativas (ejemplo tabla 7 de la tesis). 3. Porcentaje de cumplimiento de los atributos. 50%, 100% etc.	Análisis técnico detallado de los atributos de las plataformas y evaluación mediante software libre.	Resultado detallado de los atributos comunes en cada plataforma mediante un diagrama de enrejado para cada subcategoría y también se expresa en porcentaje.	Regresión múltiple para correlacionar variables independientes con variables dependientes de (plataformas de código abierto).

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación

A finales de la década de 1990, el auge de las TIC comenzó a transformar profundamente todos los ámbitos de la sociedad. Ante este impacto, especialistas de diversas áreas aprovecharon los avances en software y hardware para optimizar sus procesos. Esta evolución alcanzó sectores tan variados como la industria del petróleo, el gas y la automotriz, hasta el punto de que no hay un solo ámbito que no haya sido influenciado por el desarrollo tecnológico. Más allá de estos sectores, la educación también ha experimentado cambios irreversibles a causa de las TIC. En la actualidad, las Instituciones de Educación Superior (IES) enfrentan desafíos cada vez más complejos, como el crecimiento en la matrícula de estudiantes y las limitaciones de infraestructura para atender la demanda académica. Durante la última década, la esperanza de resolver, al menos parcialmente, los desafíos a los que se enfrenta las organizaciones de Educación superior surgieron de los avances logrados por la Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC). Las Instituciones de Educación Superior (IES) están redefiniendo por completo su enfoque con relación al uso de tecnologías y herramientas, encontrándose ahora al alcance de un amplio número de usuarios. Bajo este contexto, es importante destacar el impacto significativo que ha tenido el crecimiento y el desarrollo de los dispositivos móviles. Basados en los desarrollos de las TIC, y en el amplio y fácil acceso facilitado a estos desarrollos, los OES tienen el tiempo y la posibilidad de buscar una variedad de soluciones para administrar el aprendizaje, prestando una atención más sustancial al uso de los sistemas de gestión de aprendizaje LMS dentro de sus áreas educativas. Considerando que el estudiante es el principal beneficiario, el objetivo final es garantizar su éxito. Sin embargo, esto no se limita únicamente a su graduación, sino también a que cuente con las habilidades y conocimientos necesarios para acceder de inmediato a un empleo con condiciones adecuadas para un nivel junior.

2.2. Antecedentes de investigación

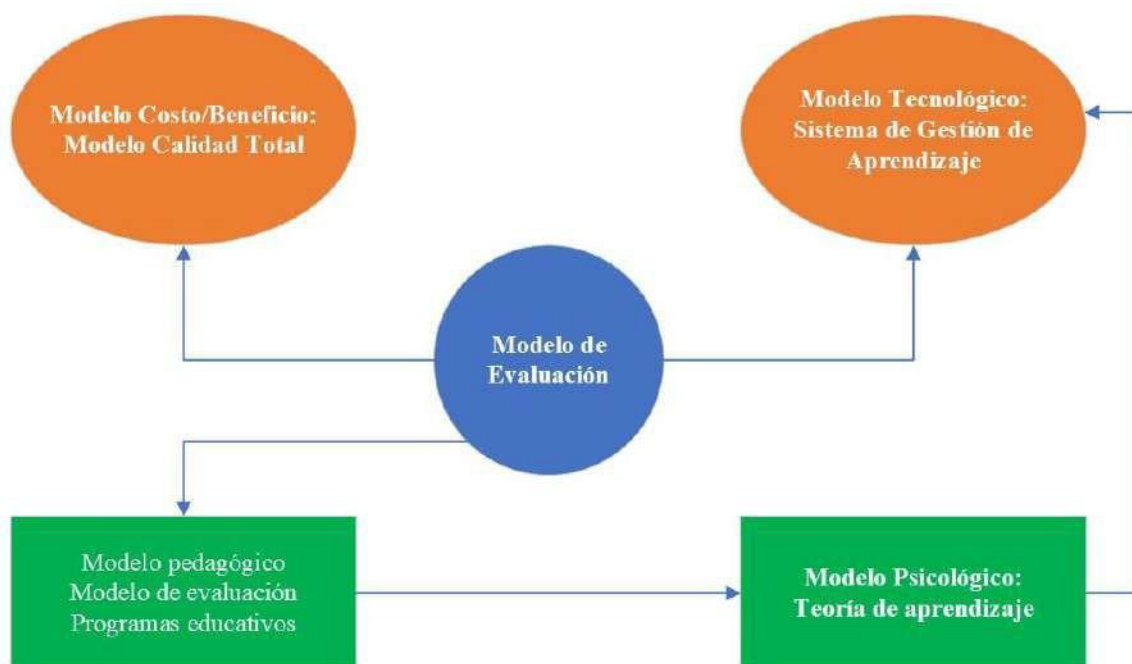
El análisis de una plataforma de enseñanza ha despertado un creciente interés en los ámbitos científico, académico y económico, impulsado por la expansión del e-learning en la educación formal y continua, así como por la necesidad de garantizar que las inversiones en tecnologías de aprendizaje sean realmente efectivas.

Desde una perspectiva socioeconómica, esta evaluación se ha abordado desde distintos enfoques, dando lugar al desarrollo de modelos que consideran aspectos tecnológicos, educativos (pedagógicos), psicológicos y económicos. Cada una de estas aproximaciones ha generado una amplia variedad de indicadores de calidad y estrategias de evaluación. La Figura 1 resume de manera general los principales enfoques utilizados en la evaluación del e-learning.

En los últimos años, uno de los temas que ha cobrado mayor relevancia es la búsqueda de modelos que permitan medir los beneficios del e-learning en la capacitación dentro de empresas y organizaciones.

Figura 1

Síntesis de un enfoque y modelos de evaluación e-learning



Oliver (1998) y Austrian Development Cooperation (2009) ellos distinguen identifican dos términos relacionados recíprocamente a este enfoque: "*el análisis coste /beneficio*" (basado en la comparación de costos y resultados) y "*coste-eficacia*" como un método para valorar los resultados con relación a unos objetivos.

El enfoque de "*beneficio/coste*" el cual trata de determinar los beneficios económicos conseguidos y derivados de los costes invertidos por empresas e-Learning. Siendo ello muy importante para los indicadores de evaluación, centrándose en factores de índole económico, tales como los beneficios, costes e inversiones.

El e-learning ha contribuido significativamente al desarrollo organizacional y a la calidad, contemplando los criterios que aborda la Calidad Total para una buena práctica de calidad de formación virtual.

El beneficio se entiende como el impacto del e-learning en el desarrollo organizacional y la mejora de la calidad. Desde esta perspectiva, la evaluación del e-learning se basa en los criterios y dimensiones propios de la evaluación de la Calidad Total, adaptando sus estándares y normativas al contexto de la formación virtual.

La evaluación de la plataforma de aprendizaje desde una perspectiva tecnológica se focaliza en la calidad de las plataformas tecnológicas en donde se implementa el e-learning. Dicha evaluación radica principalmente en la valoración de la oferta a las características del modelo de formación e-learning estimado. Siendo diversas entidades y empresas con visiones académicas, las encargadas de elaborar los instrumentos de evaluación orientados a medir la calidad a través de su accesibilidad y usabilidad.

La evaluación *e-learning* desde una perspectiva pedagógica, se encuentra basado en modelos clásicos de evaluación de programas educativos -como es el modelo propuesto por Van Slyke, C. Kittner-; tomándose como conjunto de variables predictivas para el éxito del aprendizaje online y orientándose a tres aspectos: comprobar el nivel de cumplimiento de los objetivos educativos, mejorar la acción formativa y el retorno de la inversión realizada.

Entre los distintos trabajos realizados que abordan sobre la evaluación de plataformas de aprendizaje con código abierto podemos citar a Chiarani et al. (2010)

dando a conocer las diversas plataformas de formación educativa, siendo tratados como potentes instrumentos para la creación de nuevas herramientas en favor del entorno educativo potenciando los aprendizajes colaborativos. Los autores proponen diversos criterios para la evaluación de ambientes virtuales. Estos criterios serán tratados como dimensiones para la evaluación, estos son los siguientes: herramientas del profesor, herramientas de comunicación, herramientas del alumno, especificación técnica, herramientas de administración. Esta investigación permitió que ocurra el aprendizaje colaborativo comprendido en la interacción de los estudiantes como su retroalimentación informacional para la fijación del conocimiento.

Asimismo, Saavedra y Parra (2015) en su trabajo de investigación titulado Evaluación de plataformas de aprendizaje entre pares = Assessment of learning platforms among peers, estudio desarrollado bajo la implementación de un ambiente virtual de aprendizaje con estudiantes universitarios y con la definición de 5 dimensiones (comunicación, evaluación, información, trabajo grupal y usabilidad), donde la evaluación y selección de plataformas virtuales permiten formular escenarios de aprendizaje favoreciendo la partición y aprendizaje entre pares, valorizando las ideas recíprocas y la consolidación del aprendizaje mutuo.

Caso contrario, sucede con la investigación Evaluación del impacto de una plataforma realizada por Cuevas et al. (2008) que tiene por finalidad evaluar el efecto de una plataforma tecnológica en el aprovechamiento académico de los estudiantes y la percepción en relación a su utilidad, obteniéndose como resultado que el uso de las plataformas no ayudó a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes; asimismo estas plataformas se convierten en una alternativa tan efectiva para la formación académica como son las clases de manera presencial.

2.3. Bases teóricas relacionadas al aprendizaje

Los fundamentos teóricos relacionados con esta investigación sobre el aprendizaje sirven como base tanto para el diseño pedagógico de la formación en línea como para el desarrollo de propuestas de evaluación de los aprendizajes y el uso de recursos tecnológicos en el ámbito académico.

Las principales teorías del aprendizaje aplicadas a la formación en línea son el Conductismo, el Constructivismo Cognitivo y el Constructivismo Social, ya que juegan un papel clave en los procesos instructivos.

Ertmer y Newby (1993) señalan que las teorías constructivistas cognitivas ponen un mayor énfasis en la participación activa del estudiante, proponiendo estrategias que facilitan y enriquecen la construcción del conocimiento. En este enfoque, los contenidos se presentan de manera menos estructurada y se priorizan los procesos de indagación (p. 50).

Por su parte, Chaves (2001) destaca la teoría sociocultural como un marco relevante para la evaluación del e-learning. Esta perspectiva ofrece conceptos teóricos que amplían las posibilidades en la evaluación del aprendizaje mediado por TIC, permitiendo además la creación de indicadores de calidad para las acciones formativas en entornos educativos

Actualmente la educación ha cambiado drásticamente la forma en que se aprende y la forma como se enseña mediante los cursos masivos abiertos en línea con el objetivo de llegar a la gran mayoría de estudiantes para recibir cursos gratuitos en línea de cualquier lugar. Estos cursos en línea tienen una característica única que lo convierten en un modelo eficaz de aprendizaje mejorado con la tecnología. Esto se demuestra por el aumento de las publicaciones de cursos en línea en los últimos años. La enseñanza de calidad en los cursos masivos con acceso gratuito proporcionados por instituciones internacionales es crucial para la educación formal.

2.4. Algunos métodos de evaluación de e-learning

2.4.1. Calidad de e-learning: identificación de sus dimensiones, propuesta y validación de un modelo para su evaluación en educación superior

Aquí se presenta algunos métodos de evaluación de e-learning que a continuación se detalla:

Según Ortiz-López y otros (2021) la evaluación e-learning se **concentra** se concentra en identificar las dimensiones de la calidad de e-learning para proponer un nuevo marco evaluativo tras evaluación de documentos. Para ello se sigue tres etapas: 1)

proceso de validación de los contenidos (metodología), 2) análisis de la validación por jueces expertos (resultados). 3) Análisis de las aportaciones de este nuevo modelo (discusión).

Se empieza con la selección de investigadores (autores) para evaluar la dimensión de la evolución de la calidad de las plataformas. Existiendo una variedad de plataformas y una variedad de dimensiones por lo que es difícil todavía tener una herramienta confiable para medir la calidad de la plataforma (Choi y Jeong, 2019). Ver **Tabla 2**

Tabla 2

Identificación de dimensiones

Dimensión: Calidad de la institución	Numero de ítems
Política institucional	06
Contexto institucional	04
Respuesta y ayuda institucional	05
Coordinación Pedagógica e Institucional	04
Dimensión: Calidad docente	Numero de ítems
Función docente	08
Estrategias docentes	05
Materiales y recursos docentes	08
Tutorías	05
Dimensión: Calidad del sistema de aprendizaje o plataforma	Numero de ítems
Funcionamiento del sistema institucional	10
accesibilidad	05
Dimensión: calidad de la evaluación del programa	Numero de ítems
Evaluación de la preparación previa del programa	03
Evaluación procesual	04
Evaluación Final	09
Evaluación de la Calidad del Programa	04

Nota. Nota. Adaptado de Calidad en e-Learning: Identificación de sus dimensiones, propuesta y validación de un modelo para su evaluación en Educación Superior, por Ortiz -López y otros, 2021, p. 236

El modelo propuesto para evaluar la calidad del e-learning en la educación superior se basa en cuatro dimensiones y sus respectivos subdimensiones, las cuales permiten analizar diferentes perspectivas y componentes de la calidad. Este enfoque busca ofrecer un estudio integral y un indicador confiable sobre el nivel de calidad en este ámbito.

Para analizar las propuestas actuales, se han categorizado las dimensiones generales identificadas en diversos estudios, señalando además el enfoque específico de cada instrumento utilizado para evaluar la calidad.

Tabla 3

Análisis de las dimensiones relevantes en la evaluación de la calidad de e-learning según cada autor

	Dimensiones											
	*SQ	*CX	*CQ	*AT	*SP	*TP	*EV	*AS	*EN	*IP	*ES	*MR
Choi y Jeong 2019	*	*	*									
García y Gonzáles (2015)		*				*	*					
Kurilovas y Vinogradova (2016)	*		*		*	*						
La Rotta et al. (2019)	*				*	*	*	*	*			
Mahdiuon et al. (2017)		*						*			*	
Marciniak (2018)	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Marciniak (2015)	*		*		*	*				*	*	
Margalina et al. (2017)	*				*	*		*				
Martínez-Argüelles y Batalla-Busquets (2016)	*		*			*		*				
Martínez-Caro et al. (2015)	*				*	*					*	
Park y Lim (2015)	*		*		*	*	*		*			
Pecori et al. (2019)					*				*			
Pham et al. (2019)	*		*	*	*	*		*				*
Prieto-Rodríguez et al. (2016)	*				*	*		*				*

	Dimensiones											
	*SQ	*CX	*CQ	*AT	*SP	*TP	*EV	*AS	*EN	*IP	*ES	*MR
Raspopovic y Jankulovic (2017)					*		*					*
Serrano et al. (2018)	*					*				*	*	
Torres-Barbazal et al. (2018)		*	*		*	*	*				*	
Waheed et al. (2016)	*	*	*	*	*					*		
Waheed y Kaur (2017)	*	*	*	*			*	*				

Nota. Adaptado de Calidad en e-Learning: Identificación de sus dimensiones, propuesta y validación de un modelo para su evaluación en Educación Superior, por Ortiz -López y otros, 2021, p. 230-231

***SQ**: calidad del sistema.; ***CX**: contexto/ variables externas.; ***CQ**: calidad de contenido.; ***AT**: atractivo.; ***SP**: perfil del estudiante. ; ***TP**: perfil del profesor; ***EV**: Evaluación.; ***AS**: soporte administrativo.; ***EN**: inscripción.; ***IP**: políticas institucionales.; ***ES**: estrategia educativa; ***MR**: recursos de materiales.

Desarrollamos a partir de la **Tabla 2**.

Dimensión “Calidad de la Institución”

Política institucional

- a. Se identifica una política institucional para la docencia online en el Plan Estratégico de la Institución (o documento similar).
- b. Existe un modelo pedagógico y tecnológico de docencia online asumido por la Institución junto a un sistema de Garantía de Calidad.
- c. Se identifica una normativa institucional en relación con la oferta de programas y/o cursos en línea.
- d. Se identifican líneas de acción en el planteamiento institucional para la docencia en línea.
- e. Se cuenta con un Protocolo de actualización de sistemas y tecnología a corto, mediano y largo plazo.
- f. Existen políticas claras para la contratación de docentes con perfil idóneo para trabajar en la modalidad de e-Learning

Organización y contexto institucional

- a. Se encuentran delimitadas las funciones del centro/servicio/unidad que administra la enseñanza en línea.
- b. La institución cuenta con procedimientos definidos para la inducción, formación y orientación de estudiantes y profesores de los programas ofrecidos en la modalidad en línea.
- c. Se encuentran políticas relativas a la adecuación y actualización del soporte tecnológico de la Universidad.
- d. La institución posee recursos electrónicos documentales en su biblioteca.

Respuesta y Ayuda Institucional

- a. La Institución cuenta con secciones y personal de administración y servicios destinado exclusivamente a atender la enseñanza e-Learning.

- b. Los servicios de las áreas administrativas para los estudiantes en línea son eficientes (secretaría, registros, administración...).
- c. El personal administrativo que apoya los programas de docencia en línea cuenta con formación específica para el desarrollo de la función de acompañamiento a estudiantes.
- d. La Institución cuenta con servicios de respaldo informático para alumnos y profesores.
- e. Se cuenta con profesionales expertos en enseñanzas virtuales para dar apoyo tecnológico específico a estudiantes y profesorado.

Coordinación Pedagógica e Institucional

- a. Se cuenta con profesionales expertos en enseñanzas virtuales para dar apoyo pedagógico específico a estudiantes y profesorado.
- b. La Institución cuenta con profesionales encargados de la supervisión de la coherencia tecnológica-pedagógica y su adecuación.
- c. Se encuentra coordinación y transferencia de las Políticas de la Institución a las políticas del centro universitario encargado del programa.
- d. La ratio profesor/estudiante no es demasiado elevado para una adecuada calidad pedagógica (1/50).

Dimensión: Calidad docente

Función Docente

- a. Los docentes de la modalidad e-Learning poseen formación en el uso de la plataforma de enseñanza (al menos un 75%).
- b. Las guías académicas elaboradas por los profesores se encuentran actualizadas en la plataforma de la Institución.
- c. La programación docente sobre la organización de las asignaturas se encuentra accesible al estudiante.
- d. El calendario de planificación docente se encuentra accesible al estudiante.

- e. Las técnicas y herramientas de evaluación están adaptadas al entorno virtual de aprendizaje.
- f. Los criterios de evaluación son acordes a las pautas establecidas por la Institución para la evaluación en el ámbito del e-Learning.
- g. La dificultad para superar la evaluación es coherente con los contenidos de la materia.
- h. Las técnicas y herramientas de evaluación empleadas son variadas y adaptadas al entorno virtual de aprendizaje.

Estrategias Docentes

- a. Las estrategias de enseñanza utilizadas por los profesores en línea son apropiadas para lograr los objetivos educativos del programa.
- b. Los profesores emplean diferentes estrategias metodológicas en el planteamiento de sus actividades y sesiones en línea (al menos un 75%).
- c. Los docentes fomentan un clima de respeto mutuo en la plataforma y en las sesiones.
- d. Los docentes motivan a los estudiantes para la participación activa (chats, foros, redes sociales...).
- e. Los docentes realizan una actividad diagnóstica inicial en línea de los conocimientos del alumnado previo al comienzo del curso (al menos un 75%).

Materiales y Recursos Docentes

- a. Los materiales y recursos didácticos son adecuados para cumplir los objetivos programados.
- b. El contenido de los materiales es veraz y cumple estándares científicos de calidad.
- c. Los materiales se encuentran en un formato accesible para el usuario
- d. Los materiales permiten su versión impresa.
- e. Se presentan materiales en formatos variados.

- f. Se proporcionan materiales y recursos relevantes para ampliar y profundizar los contenidos de las asignaturas.
- g. Los materiales están actualizados (el 75% posteriores a 2010).
- h. Los materiales poseen un alto grado de aplicabilidad.

Tutoría

- a. Los profesores están disponibles para sesiones síncronas de tutoría en línea (al menos el 75% de ellos).
- b. Existe coordinación docente en el sistema de tutorías planteado (horarios, plataforma).
- c. Las guías docentes establecen los horarios y los modos de contacto con el profesor.
- d. Los profesores realizan sesiones de tutoría individual (al menos el 75%).
- e. Los profesores realizan sesiones de tutoría grupales, en caso de ser éstas relevantes para la materia (al menos el 75%).

Dimensión “Calidad del Sistema de Aprendizaje o Plataforma”

Funcionamiento del Sistema Institucional

- a. La información sobre la Institución y el programa se encuentra actualizada mediante los órganos de política administrativa.
- b. El sistema informático presenta una buena respuesta a la hora de realizar búsquedas de información.
- c. El sistema informático presenta cifrado seguro para proporcionar información confidencial en su página Web.
- d. El sistema informático es consistente, estable y soporta procesos sin errores.
- e. La plataforma no sufre caídas ni cortes de forma repetitiva.
- f. La Institución cuenta con personal que atiende a posibles fallos técnicos de la plataforma de manera oportuna.

- g. El sistema avisa a los estudiantes con anterioridad ante paradas programadas por el servicio técnico.
- h. El sistema se actualiza de forma periódica mejorando la facilidad de uso del mismo.
- i. Se evalúa la satisfacción del usuario con la plataforma.
- j. La satisfacción del usuario con el sistema es alta.

Accesibilidad

- a. El tiempo de respuesta de la plataforma de apoyo a la docencia online es razonable (cargas de archivos, tiempos de espera...).
- b. El aspecto visual es adecuado y uniforme (imágenes, estilos, iconos, tipografía...).
- c. El estudiante dispone de un perfil personalizado y propio desde el que gestiona su participación y desde el que accede a los cursos y a las asignaturas en las que se encuentra matriculado.
- d. Se encuentran disponibles guías para profesores sobre el uso adecuado de la plataforma.
- e. Se encuentran disponibles guías para el alumnado sobre el uso adecuado de la plataforma.

Dimensión “Calidad de la evaluación del Programa”

Evaluación de la Preparación Previa

- a. Los recursos con los que se cuenta antes de comenzar son suficientes para garantizar la calidad del programa.
- b. El aula virtual está lista antes de comenzar el programa para ser abierta a los estudiantes.
- c. Todo el Programa está preparado antes de su comienzo.

Evaluación Procesual

- a. Se llevan a cabo procesos de seguimiento y evaluación continua de la aplicación del programa en línea
- b. La evaluación continua realizada ofrece retroalimentación a la Institución sobre el desarrollo del Programa en línea.
- c. La evaluación continua ofrece retroalimentación a los estudiantes sobre el desarrollo de su actividad académica (entregas, cuestionarios, etc.).
- d. Se evalúa el cumplimiento de objetivos parciales establecidos por los docentes durante el desarrollo del programa.

Evaluación Final

- a. Se evalúa el logro de los objetivos establecidos para el programa en línea.
- b. Se evalúa el nivel de cumplimiento de las actividades de aprendizaje planificadas.
- c. Se evalúa el grado de satisfacción de los estudiantes con el programa en línea.
- d. Se aplican encuestas de satisfacción a los destinatarios del programa.
- e. Se revisan e informan los resultados de las encuestas de satisfacción realizadas.
- f. Se plantean acciones de mejora en base a los resultados de satisfacción obtenidos.
- g. Se evalúa el nivel de satisfacción de los docentes con el programa en línea.
- h. Se evalúa la tasa de participación de los alumnos en el programa en línea.
- i. Se evalúa la tasa de éxito del programa en línea en base a las evaluaciones realizadas.

Evaluación de la Calidad del Programa

- a. El programa online está asociado al Sistema de Garantía de Calidad Institucional.

- b. Existe un órgano responsable de la calidad del Programa en línea.
- c. El programa cuenta con políticas propias para la evaluación de su calidad.
- d. El programa informa sobre la evaluación de calidad y los indicadores establecidos.

Resultado: Un Modelo Unificado para la Evaluación de la Calidad de e-learning en la Educación Superior

Se tiene como conclusión del método descrito que al analizar las tablas estadísticas observamos todas las dimensiones en la cual también se evalúa la plataforma e-learning con puntajes cerca de 4. Es decir, el resultado es la combinación de la parte académica, parte administrativa y parte docente.

2.4.2. Comparación de los sistemas de gestión de aprendizaje de código abierto

Brindar a los instructores las herramientas necesarias para elegir el sistema de gestión del aprendizaje más adecuado implica identificar cuál de ellos ofrece las mejores opciones de comunicación. A través de una comparación, se determinó que Moodle y ATutor destacan en este aspecto.

Un LMS es un software diseñado para administrar y optimizar el proceso de aprendizaje de los usuarios. Por ello, los cursos de educación en línea deben ser implementados de la manera más eficiente posible (Dimitrios et al., 2010).

Para escoger la mejor plataforma se debe comparar las características más importantes como: herramientas de aprendizaje, herramientas de soporte y especificaciones técnicas. Ver tabla 3.

Tabla 4*Características más importantes de un sistema de gestión de aprendizaje*

Herramientas de aprendizaje	Herramientas de soporte	Especificaciones técnicas
a. Herramientas de comunicación • Foros de discusión. • Intercambio de archivos/correo electrónico interno. • Diario/notas en línea. • Charla en tiempo real. • Servicios de video/ pizarra blanca. • Trabajar sin conexión sincronizar.	a. Herramientas de administración • Autenticación. • Autorización del curso. • Integración de registro. • Servicios alojados. • Gestión de cursos. • Mesa de ayuda para instructores. • Herramientas de calificación en línea. • Seguimiento de estudiantes. • Pruebas y puntuación automatizadas.	a. Equipo/Software • Solicitud de navegador del cliente. • Solicitud de base de datos. • Software de servidor. • Servidor Unix. • Servidor de Windows.
b. Herramientas de productividad • Marcadores de libros. • Orientación/ayuda. • Búsqueda dentro del curso. • Calendario/revisión de progreso. • Trabajar sin conexión sincronizar.	b. Herramientas de impartición de cursos • Gestión de cursos • Mesa de ayuda para instructores • Herramientas de calificación en línea • Seguimiento de estudiantes • Pruebas y puntuación automatizadas.	b. Precios/Licencias • Perfil de la empresa. • Costos. • Fuente abierta. • Extras opcionales. • Versión del software.

c. Participación de los estudiantes

- Trabajo en equipo
- Autoevaluación
- Desarrollo de la comunidad estudiantil
- Portafolios de estudiantes

c. Diseño Curricular

- Cumplimiento de accesibilidad
 - Plantillas de cursos
 - Gestión del plan de estudios
 - Apariencia personalizada
 - Cumplimiento de los estándares de instrucción
 - Herramientas de diseño instruccional
 - Compartir/reutilizar contenido
-

2.4.2.1. Investigaciones relacionadas

Sabine y Beate (2005) utilizando el peso cualitativo y la suma (QWS) que es una herramienta de evaluación válida, varios LMS de código libre se compararon uno a otro (Ilias, openUSS, Lon-capa, dotLRN, ATutor, Dokeos, Spaghetti learning, Sakai y Moodle) todos fueron evaluados según las características de adaptabilidad. Moodle obtuvo la más alta calificación. Graf y List (2005) realizaron investigación sobre cuestiones de adaptabilidad de LMS.

La comunicación es un tema vital en la educación. Por eso en este artículo se analiza la característica de las herramientas de comunicación que todo LMS debe tener para garantizar una buena comunicación entre el instructor y los alumnos y también entre los alumnos. Se eligieron y compararon seis de los más populares LMS utilizando las herramientas del alumno, herramientas de comunicación en cada LMS y comparando las características como servicio de pizarra/video, intercambio de archivos/correo interno, foro de discusión, correo diario en línea y chat real para los siguientes LMS (Atutor, Claroline, Dokeos, Ilias, Sakai y Moodle).

De acuerdo con el análisis de las herramientas de aprendizaje, herramientas de soporte y las especificaciones técnicas mostradas líneas arriba Moodle y Atutor son los que mejor cumplen las expectativas.

2.4.3. Propuesta para la evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje con base en estándares de Usabilidad

Este artículo tiene como objetivo principal identificar las subcaracterísticas clave para la Evaluación Virtual de la Enseñanza-Aprendizaje (EVEA).

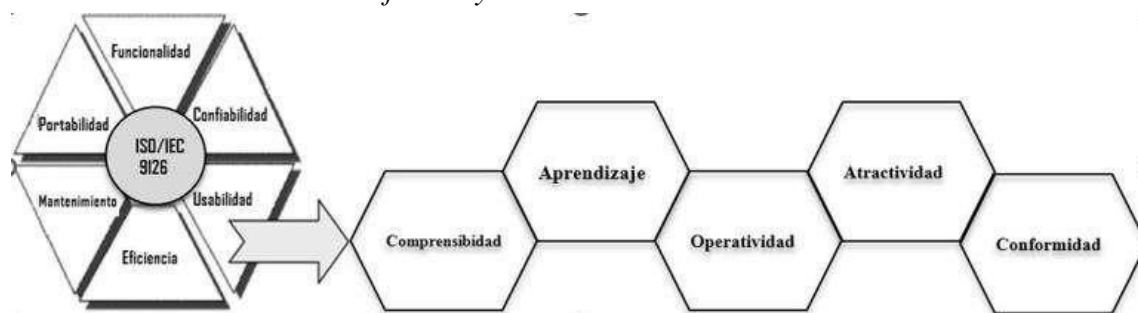
Para la investigación, se llevó a cabo una búsqueda sistemática de información, recopilando un total de 108 documentos relacionados con temas como software educativo, usabilidad web, entornos virtuales y evaluación de usabilidad. A partir de un análisis de inclusión y exclusión, se seleccionaron 70 documentos, de los cuales se identificaron ocho subcaracterísticas con mayor frecuencia estadística. Estas fueron integradas como parte de la propuesta dentro del estándar 25000 SQuaRE.

Los estándares ISO han definido la usabilidad de diversas maneras a lo largo del tiempo, dividiéndola en dos enfoques principales: aquellos que se centran en el producto (ISO 9126-1 hasta ISO 25000) y los que abordan el proceso (ISO 9241-11 e ISO 13407). Según estos estándares, la usabilidad se refiere a la capacidad de un software para ser comprendido, aprendido, utilizado y percibido como atractivo por el usuario.

El análisis de usabilidad se estructura en cinco subcaracterísticas fundamentales: comprensibilidad, facilidad de aprendizaje, operabilidad, atractivo visual y conformidad. Ver Figura 2.

Figura 2

Características de calidad software y las cinco subcaracterísticas de usabilidad



Nota. Adaptado de Propuesta para la evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje con base en estándares de Usabilidad, por Cocunubo-Suárez y otros, 2017, p. 138

La usabilidad Web se refiere a la capacidad del producto o servicio puede ser aprendido, comprendido y usado como usuario final.

La ISO 25000 SQuaRE propone que la usabilidad del software sea descompuesta en las siguientes características: facilidad de entendimiento, facilidad de aprendizaje, facilidad de uso, facilidad de ayuda, accesibilidad técnica, grado de atracción y adherencia a normas. Ver **Tabla 5**.

Tabla 5*Características de usabilidad ISO25000*

Cod.	Característica	Definición
1	Facilidad de aprendizaje (Learnability)	“Hace referencia a todos aquellos atributos presentes en una aplicación Web que hacen posible que el usuario aprenda su uso”.
2	Facilidad de Entendimiento o Comprensibilidad (Appropriateness recognisability)	“Hace referencia a todas aquellas características de la aplicación Web que facilitan su entendimiento; como puede ser utilizada para la realización de tareas en condiciones de uso particulares”
3	Facilidad de Uso u Operabilidad (Ease of use)	“Hace referencia a todos aquellos atributos de la aplicación Web que permiten controlarla y operarla adecuadamente. Su definición se basa en los términos controlabilidad, tolerancia a fallos y conformidad con las expectativas del usuario”.
4	Facilidad de ayuda.	“Hace referencia a todos aquellos atributos de la aplicación Web que proveen ayuda a los usuarios cuando lo necesitan”
5	Accesibilidad técnica	“Hace referencia a todos aquellos atributos de la aplicación Web que permiten a los usuarios con discapacidades específicas operar con la aplicación Web”.
6	Grado de atracción o atraktividad.	“Hace referencia a aquellos aspectos estéticos de la aplicación Web que influyen en las impresiones que el usuario percibe”.
7	Adherencia a normas o convenciones o conformidad.	“Hace referencia a cómo la aplicación Web es conforme respecto a normas, estándares, convenciones o guías de diseño en el dominio Web”.

Nota. Adaptado de Propuesta para la evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje con base en estándares de Usabilidad, por Cocunubo-Suárez y otros, 2017, p. 139

2.4.3.1. Metodología de investigación

Los investigadores siguieron los siguientes pasos para investigar:

Paso 1. Formulación del problema

Paso 2. Especificación de los criterios de inclusión y exclusión de los estudios.

Paso 3. Formulación del plan de búsqueda

Paso 4. Registro de datos de la evaluación de la calidad de los estudios clasificados

Se definió la validez de 108 estudios seleccionados y se tomó en cuenta lo siguiente artículos publicados en revistas impresas con numero serial ISSN y con código electrónico (DOI) identificador de objeto digital. Y el número de veces que el articulo ha sido citado. Es decir, la revista debe ser indexada.

Paso 5. Organización de la información

De los 108 documentos se analizaron y validaron 70 documentos en un entorno virtual de aprendizaje.

Subcaracterísticas: pedagogía, soporte, ayuda, documentación, contenido, interfaz de usuario, manejo de errores, herramientas y estándares; son las 8 subcaracterísticas cruciales que determinan el éxito del EVEA.

Los autores y la investigación coinciden en que la usabilidad es una dimensión importante que debe evaluarse para determinar si un sitio Web cumple con los objetivos propuestos.

Figura 3

Propuestas características para la evaluación de usabilidad en un EVEA. Con base Modelo propuesto en y estándares ISO-9126, ISO 25000



Nota. Adaptado de Propuesta para la evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje con base en estándares de Usabilidad, por Cocunubo-Suárez y otros, 2017, p. 138

La propuesta cambia el nombre de la primera característica: facilidad de aprendizaje por facilidad de pedagógica y las otras subcaracterística se integraron al estándar ISO 25000, Ver **Tabla 6**.

Tabla 6

Propuesta de características y subcaracterísticas para evaluar un EVEA.

Cod	Característica	Subcaracterísticas
1	Facilidad de pedagógica	Facilidad de aprendizaje, modelo de aprendizaje colaborativo, evaluación del aprendizaje, contenido pedagógico, materiales de aprendizaje, repositorios, herramientas (comunicación, retroalimentación o feedback)
2	Facilidad de entendimiento o comprensibilidad	Interfaz de usuario perfiles estudiante maestro, navegabilidad, personalización, estructura y navegación, flexibilidad.
3	Facilidad de uso u operabilidad	Recuperabilidad, manejo de errores, tolerancia a fallos
4	Facilidad de ayuda	Soporte, estructura de manuales, documentación, sistema tutorial.
5	Accesibilidad técnica	Requerimientos técnicos, estándares
6	Grado de atracción o atraktividad	Motivación.
7	Adherencia a normas o convenciones o conformidad.	Derechos digitales.

Nota. Adaptado de Propuesta para la evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje con base en estándares de Usabilidad, por Cocunubo-Suárez y otros, 2017, p. 143.

Después del análisis sistemático de las 70 publicaciones la problemática de como evaluar una EVEA en base al estándar ISO 25000. Y se propone algunas subcaracterística para evaluar EVEA.

2.4.4. Método para la evaluación integral de la usabilidad en sistemas e-learning

Reyes y Libreros (2011) realizaron una evaluación integral de usabilidad que mantiene la calidad del proceso sin usar ningún laboratorio que es costoso.

La usabilidad es ahora un atributo del software, muchos autores han abordado el tema de usabilidad como (Nielsen, 1993; Florían, et al., 2010; Tao, 2005; Rosenbaum, 1989; Roger, 2003; Mahrin, 2009). Docentes expertos de la universidad del valle hacen una investigación heurística es decir una interacción humano computadora (Florían et al., 2010). Por lo que no es necesario disponer de un laboratorio costoso para realizar las pruebas (Gutwin, 2000)

2.4.4.1. Usabilidad

La norma ISO 9241 define la usabilidad como la combinación de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que los usuarios alcanzan sus objetivos en un contexto determinado. Por su parte, Nielsen (1993) señala que la usabilidad está vinculada a la facilidad de aprendizaje, el nivel de eficiencia, la capacidad de recordar su uso, la baja tasa de errores (especialmente aquellos críticos) y la satisfacción del usuario.

2.4.4.2. Métodos clásicos de evaluación

2.4.4.2.1. Métodos de Inspección

Es un conjunto de métodos realizados por expertos en la interfaz con el usuario cuando se da una aplicación.

a. Evaluación Heurística: desarrollada por (Nielsen 1993; Molich; 1990; Shneiderman, 2006) analiza el interfaz con el usuario con base en unos principios reconocidos por usabilidad que son heurísticas. cada evaluador realiza el diagnóstico de la interfaz con una lista de chequeo de heurísticas creados para tal fin. Al final se reúnen los evaluadores para discutir los elementos encontrados en la interfaz y obtener el reporte final.

b. Recorrido de Usabilidad Plural: fue creado en los laboratorios de IBM donde los participantes son: los usuarios, los desarrolladores y los expertos en usabilidad. cada participante de fungir de usuarios de prototipos en papel. una vez que cada participante cumplió su papel habrá un debate entre los usuarios, desarrolladores y expertos en usabilidad.

c. Recorrido Cognitivo: se centra en evaluar mediante un diseño la facilidad de aprendizaje, motivado porque muchos usuarios prefieren aprender software por exploración. de allí surgen algunas preguntas ¿quiénes serán usuarios del sistema? ¿cuál será la secuencia correcta de acciones para cada tarea? ¿qué tareas serán analizadas?

d. Inspección de Estándares: se analiza cada paso si los usuarios están resolviendo correctamente las tareas. se harán la siguiente pregunta ¿los usuarios se darán cuenta que está disponible la acción correcta? ¿El usuario comprenderá que realizar la acción adecuada conducirá al resultado esperado?

2.4.4.2.2. Método de Indagación

a. Observación de campo: se visitan los lugares donde están los usuarios, objetivo fundamental es entender como realizan sus tareas y que clase de modelo mental tienen.

b. Grupo de discusión dirigido: se reúne hasta 9 usuarios dirigido por el evaluador y se indaga respecto al interfaz de usuario.

c. Entrevistas: se indaga en el usuario respecto a su relación con el sistema.

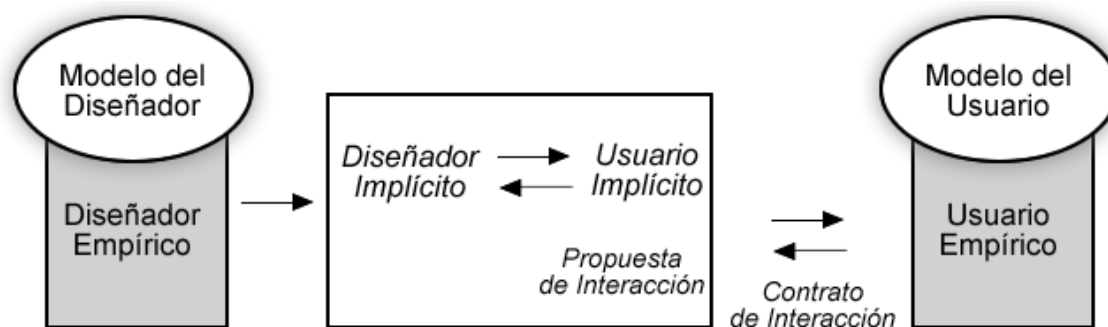
d. Grabación de uso: se usa aplicación de software para grabar todas las acciones del usuario.

2.4.4.3. Nuevas propuestas de evaluación

Modelo Semiocognitivo: entiende la interfaz como un mecanismo de comunicación entre el diseñador y el usuario. Ver **Error! Not a valid bookmark self-reference.**

Figura 4

Modelo semio-cognitivo de Carlos Scolari



Nota. Adaptado de Método para la evaluación integral de la usabilidad en Sistemas e-Learning, por Reyes y Libreros, 2011, p. 72.

El modelo diseñador es lo que quiere su creador de cómo debe funcionar y el modelo usuario explica el funcionamiento del sistema.

a. Sintaxis de interacción: Se refiere a la secuencia de acciones que realiza el usuario al interactuar con una interfaz. Existen dos modelos principales de interacción: 1) acción-objeto y 2) objeto-acción.

b. La metáfora: Según Millares (2008), la metáfora establece una conexión significativa entre la interfaz y el usuario. En relación con la usabilidad, las metáforas ayudan al usuario a comprender y navegar el sistema al que se enfrenta, facilitando su interacción.

c. Affordances: de acuerdo con Scolari (2002) define las affordances como elementos que, debido a sus propiedades intrínsecas, comunican la función de los objetos. Por otro lado, Norman (1998) sostiene que las affordances ofrecen pistas sobre cómo funcionan las cosas. En otras palabras, los usuarios tienden a interpretar y relacionar los elementos de una interfaz (como las formas básicas) según su experiencia previa (Millares, 2008).

d. Ingeniería semiótica: Este enfoque identifica los elementos que facilitan la usabilidad. De Sousa (2004) menciona dos métodos principales: 1) el método de inspección semiótica y 2) el método de evaluación de la comunicabilidad.

El primer método está basado en las funciones comunicativas de Jakobson (Berlo, 2004), este método responde a preguntas clave como: ¿Quién es el emisor? ¿Quién es el receptor? ¿Cuál es el contexto de comunicación? ¿Cuál es el código utilizado? ¿Cuál es el mensaje?; y el segundo método permite analizar cómo los usuarios interpretan el mensaje del diseñador y evaluar qué desean comunicar y cómo pueden hacerlo.

El método integral se construyó a partir de una revisión de los métodos existentes basado en la evaluación de la usabilidad. Los criterios fueron: la existencia de una perspectiva teórica para validar los resultados obtenidos, los planteamientos actuales, la articulación y complementariedad de los diferentes métodos permite retratar todo el proceso interactivo usando la ingeniería semiótica y la evaluación heurística. Análisis cualitativo y cuantitativo y la técnica de la ingeniería semiótica.

Después de haber analizado estos últimos 4 artículos de evaluación de enseñanza-aprendizaje en el que se debe disponer de una infraestructura académica -administrativa (personal docente y administrativo) disponer de una plataforma adecuada.

CAPITULO 3: METODOLOGÍA

3.1. Metodología de Investigación

Esta investigación es mixta (descriptivo – experimental) porque para clasificar las plataformas de aprendizaje se usa un método de la inteligencia artificial llamado análisis formal de concepto, la cual es un método centrado en el ser humano para estructurar y analizar datos. El análisis formal de concepto refiere el razonamiento del usuario que puede así implicar sentido común, convenciones sociales, vistas, y propósitos. Se puede argumentar que los "conceptos formales" tal como se definen en el Análisis Formal de Conceptos describen una característica natural de representación de la información que es tan fundamental para las jerarquías y estructuras de objetos y atributos, tal como es descrito en el siguiente párrafo por Miler Sanca.

La investigación científica es un proceso planificado que busca responder de manera tentativa a una pregunta específica. Para ello, organiza su metodología de estudio a partir de estructuras de conocimiento basadas en hechos relevantes (Sanca, 2011, p. 621).

El análisis formal de conceptos ofrece diversos métodos, aunque solo una pequeña parte ha sido implementada en software libre y de interfaz amigable. Las aplicaciones de estos programas han demostrado su utilidad.

Para evaluar una plataforma de aprendizaje, existen dos enfoques principales: primero, definir una lista de características requeridas y verificar su implementación en la plataforma e-learning; segundo, analizar los procesos educativos dentro de la plataforma y mapear el mayor número de solicitudes. Los criterios para la selección correcta incluyen la cobertura de requisitos generales, la presentación de contenidos, una comunidad activa, un desarrollo estable y constante; y una documentación adecuada.

El primer paso, fue elegir una cantidad de entornos de aprendizaje con código abierto. Posteriormente estas características principales de las plataformas han sido analizadas con relación a criterios que se estableció al comienzo. Obteniéndose como resultado la selección de seis (06) plataformas, las cuales cumplen el mínimo criterio:

+CMS2.0 Content Management Systems, Claroline1.8.1, Dokeos1.6.4, Mambo4.6.1, Moodle1.9 y My Source Matrix3.14.0.

Para evaluar la diversidad de plataformas de enseñanza de código libre, se establece los requerimientos mínimos que pueden cumplir las plataformas son: servidor de aplicaciones, base de datos, sistema operativo, lenguaje de programación y servidor Web. Los detalles de este requerimiento se presentan en la **Tabla 7**.

Tabla 7*Requerimientos técnicos de plataformas de aprendizaje*

Ítem	Nombre de Plataforma	Servidor de Aplicaciones	Base de Datos	Sistema operativo	Lenguaje de Programación	Servidor Web
1	+CMS 2.0.0	PHP 4.30+	MySQL 4.1+	Cualquiera	PHP4+	Apache
2	Claroline 1.8.1	Apache	MySQL	Linux	PHP	Apache, HS
3	Dokeos 1.6.4	Apache	MySQL	Cualquiera	PHP, Javascript, XML	Cualquier php disponible
4	Mambo 4.6.1	PHP 4.1.2+	MySQL	Cualquiera	PHP	Apache, HS
5	Moodle 1.9	PHP 4.3.3+	MySQL, Oracle, PostgreSQL	Cualquiera	PHP 4.3+	Cualquier
6	My Source Matrix 3.14.0	Apache	PostgreSQL, Oracle	Cualquiera	PHP 4.3+	Apache

Nota. Adaptado de Methods to Evaluate Open Source Learning Platforms, por Pecheanu et al., 2011, p. 1153

3.1.1. Características de las plataformas de aprendizaje: Categoría aspectos técnicos y usabilidad.

Para evaluar aún más las plataformas de aprendizaje, se ha centrado en las tres categorías de criterios establecidos por la Comunidad de práctica CMS Matrix propuestas en el 2010, estas son: aspectos técnicos, usabilidad, y aplicaciones integradas (herramientas). Cada una de estas tres categorías se divide en distintas subcategorías, las cuales agrupan las características que serán evaluadas.

En primer lugar, la categoría de Aspectos técnicos comprende dos subcategorías principales: Seguridad, que abarca 10 funciones, y Rendimiento, que incluye 4 funciones.

Por otro lado, la categoría de Usabilidad se estructura en varias subcategorías: Soporte, con un total de 8 funciones; Interoperabilidad, que cuenta con 7 características; Flexibilidad, con 6 funciones; Facilidad de uso, que engloba 15 características; y, finalmente, Gestión, con 11 características.

Este enfoque permite organizar y evaluar cada aspecto de manera más clara y detallada.

La categoría Herramientas integradas incluye como subcategorías: herramientas de comunicación con 7 funciones, herramientas de administración con 7 funciones, herramientas de entrega de cursos con 12 funciones y herramientas de desarrollo de contenido con 6 funciones. A continuación, describiéremos todas las características de las plataformas a ser evaluadas.

3.1.1.1. Categoría aspectos técnicos

3.1.1.1.1. Seguridad

a. Pista de auditoría (Audit Trail): serie de documentos, archivos informáticos para auditoría

b. Verificación de email (email verification): verifica las direcciones de correo.

c. Privilegios granulares (granular privileges): privilegios que se otorgan a los usuarios.

- d. **Historial de acceso (login history):** se puede ver el historial de acceso a Gmail.
- e. **Alguna autenticación (some authentication):** permite identificar algún usuario que quiere acceder.
- f. **Notificación de problema (problem notification):** Es el flujo de notificaciones que se envían a los alumnos, profesores y administradores.
- g. **Salvadera (sandbox):** Sandbox es una herramienta de análisis que permite entender un malware en un sistema y son indispensables en el desarrollo de mecanismos de defensa.
- h. **Gestión de sesiones (sesión management):** Es un software que facilita la gestión, entrega y seguimiento de los usuarios.
- i. **Control de versiones (versioning):** Se refiere a los procesos relacionados con el análisis y seguimiento de los cambios en el código del software.
- j. **Almacenamiento de cache avanzado:** almacena archivos con la finalidad de cargar rápido.

3.1.1.1.2. Performance

- a. **Replicación de base de datos (data base replication):** crea y administra base de datos relacionales y no relacionales. Implementa base de datos.
- b. **Balanceo de carga (load balancing):** Es una opción de distribución de cargas de trabajo entre los componentes del sistema.
- c. **Almacenamiento de cache de página (page caching):** visualiza las páginas web almacenadas en cache que son los resultados de búsqueda.
- d. **Exportación de contenido estático (static content export):** No permite modificar el contenido de una página web en una interacción con el usuario.

3.1.1.2. Categoría usabilidad

3.1.1.2.1. Soporte

a. **Esqueleto de código (Code skeleton):** Ayuda a los programadores a crear su código con mínimo de errores durante el tiempo de compilación.

b. **Manual, soporte y Capacitación (Manual/supp/training):** información para manejar la plataforma.

c. **Desarrollar comunidad (Develop Community):** Esfuerzo planificado para construir activos para mejorar la calidad de vida en todo sentido.

c. **Ayuda en línea (Online help):** dispone de herramientas que facilita la comunicación e interacción virtual al estar en línea con el colectivo.

d. **API enchufable (puggable APPI):** interfaz de programación de aplicaciones para servicios de autenticación y permite a los administradores agregar nuevos métodos de autenticación.

e. **Foro Publico (Public Forum):** reunión de personas de la comunidad

f. **Lista de correo público (Public Mailing List):** es una lista donde cualquier persona puede suscribirse y en el que cualquier persona suscrita puede eliminarse.

g. **Conferencia de usuarios (Users conference):** oportunidad para interactuar con compradores de diferentes sectores a nivel nacional y obtener beneficios.

3.1.1.2.2. Interoperabilidad

a. **Síndico de contenidos RSS (ContentSindic.RSS):** formato de estructuración de datos XLM que el acceso automatizado a información de páginas web.

b. **Soporte FTP (FTP support):** Protocolo que sirve para transferir todo tipo de archivo entre equipos conectados en red, por ejemplo, internet.

c. **Formato de calendario (iCal):** Es una herramienta ideal para mostrarle a un alumno cuando comienza y termina el curso sino también todos los hitos relacionados con el ritmo del estudio.

d. Compatible con WAI (WAI Compliant): Web Accessibility Initiative publica las guías de accesibilidad al contenido web.

e. Soporte de Web DAV (WebDAV Support): - WebDAV es un grupo de trabajo del Internet Engineering Task Force.

f. Compatible con XHTML(XHTML Compliant): Es básicamente HTML expresado como XML. Es más estricto a nivel técnico.

3.1.1.2.3. Flexibilidad

a. Soporte en modo CGI (CGI mode Support): common gateway interface es un programa que se ejecuta en el servidor por petición del navegador de un usuario.

b. Reúso de contenido (Content Reuse): es un conjunto de guías y recomendaciones acerca de su estructura, contenido y descripción de sus assets

c. Perfiles de usuario (User Profiles): descripción sencilla sobre sus hábitos y necesidades. Lo cual servirá para tener siempre presente a los que va dirigida la solución a definir.

d. Soporte de metadatos (Metadata Support): son datos de los datos y sirve para identificar el contenido de información acerca de los datos

e. Contenido multilinguaje (Multi-lingual Content): que integra varios lenguajes de programación. Que ofrece una interface para varios idiomas.

f. Implementación multi -sitio (Multi-Site Deployment): planificar IP https, planificar el servidor de ubicación de red, planificar el certificado de raíz IP para todos los servidores.

3.1.2. Características de las plataformas de enseñanza: categoría usabilidad e integración de herramientas

3.1.2.1. Fácil de usar

a. Arrastrar y soltar contenido (Drag and Drop Content): es un método de mover o copiar archivos mediante el mouse o el panel táctil.

- b. Correo electrónico a discusión (Email To Discussion):** herramienta poderosa para el intercambio de conocimientos, la administración y soporte cuando se administra.
- c. Imagen de redimensionamiento (Image Resizing):** cambia el tamaño de fotos con el redimensionamiento de imágenes.
- d. Lenguaje macro (Macro Language):** son códigos grabados dentro VBA que pueden ser creados de manera sencilla.
- e. Carga masiva (Mass Upload):** significa cargar datos de un archivo de datos.
- f. Idioma de la página del servidor (Server Page Lang):** proporciona una guía para los recién llegados a la internacionalización de la web que no saben por dónde empezar.
- g. Asistente de configuración del sitio (Site Setup Wizard):** Es una herramienta que permite la entrada de datos en la gestión del tiempo, de forma fácil y sencilla.
- h. Corrector ortográfico (Spell Cheker):** Revisa tu texto para encontrar errores ortográficos de puntuación y gramaticales.
- i. Asistente de estilo (Stile Wizard):** crea un documento basado en sus respuestas.
- j. Suscripciones (Subscriptions):** Los participantes a un evento decidirán si se suscriben a otros foros.
- k. Lenguaje de plantilla (Template Language):** Es un lenguaje específico de calibre que se utiliza para especificar rutas de archivos, dar formato a valores.
- l. Niveles de interfaz de usuario (UI Levels):** Es un concepto que abarca la arquitectura de información, patrones y diferentes elementos visuales.
- m. Registros UNDO (Undo):** desata, desabrocha, arreglar, enmendar.
- n. Editor WYSIWYG (WYSIWYG Editor):** Es un tipo de editor HTML que permite modificar la Web en una vista simplificada sin código.

- o. **Archivos Zip (Zip Archives):** Reduce el tamaño de los archivos.

3.1.2.2. Administración

a. **Gestión publicitaria (Advertising Manag.):** las herramientas de **gestión** bien integradas permiten una gestión eficiente de publicidad.

b. **Gestión de activos (Asset Management):** consiste en obtener el máximo rendimiento de los bienes o recursos. Es decir, de todo aquello que tiene un valor.

c. **Portapapeles (Clipboard):** archivador de información que se desecha.

d. **Programación de contenidos (Content Schedulent):** proceso que se calendariza y programa eventos educativos, criterios de evaluación, indicadores de logro.

e. **Administración en línea (Inline Adminitration):** la administración en línea desarrolla sistemas de gestión de pequeña, mediana y grandes.

f. **Administración online (Online Administration):** está basado en la gestión en la plataforma en la nube. Esto permite administrar apropiadamente.

g. **Implementación de paquetes (Package Deployment) :** Puedes implementar un paquete en tu entorno a través de la AR System Deployment Management Console, una herramienta diseñada para transferir datos y definiciones de forma eficiente y segura entre distintos servidores.

h. **Temas, skins (Themes/Skins:** Skin es un tema profesional de WordPress bien codificado para lanzar impresionantes sitios web editoriales como revistas en línea modernas, sitios web de noticias dinámicos o blogs de cualquier

i. **Estadísticas Web (Web Statistics):** también conocida como analítica web o web analítica, es el proceso de analizar el comportamiento de los visitantes de un sitio web

j. **Plantilla de WebStyle (WebStile/template):** cada plantilla tiene un conjunto único de fuentes, íconos y activos personalizados, creados por un equipo patrocinado.

3.1.2.3. Herramientas de comunicación

a. **Blog (Publicación periódica corta) (Blog):** Un blog, también conocido como bitácora, es una página web donde uno o varios autores comparten contenidos de interés

de manera periódica, similar a un diario personal. Estos contenidos suelen actualizarse con frecuencia para mantener la información relevante y actual.

b. Charla (Chat): sala de conversaciones e intercambio de archivos.

c. Foro de discusión (Discussion/Fórum): Son espacios donde prevalece la libertad de expresión entre los participantes, permitiendo la discusión de una amplia variedad de temas, desde cuestiones lógico-científicas hasta asuntos cotidianos como el deporte o la política.

d. Formulario de correo (Mail Form): un formulario rápido y sencillo que permite a los usuarios recibir correos electrónicos de clientes potenciales y estar a salvo de posibles mensajes que podrían ser spam.

e. Mi página tablero (My Page/Dashboard): usar el panel de control profesional para ver información, administrar su página o perfil en modo profesional y obtener acceso a los recursos.

f. Distribución de archivos (File Distribution): un archivo de distribución de datos identifica las consultas utilizadas para recuperar documentos del servidor de la biblioteca, los usuarios y grupos que pueden iniciar sesión en el servidor local y acceder a los documentos almacenados en la imagen de distribución de datos.

g. Plataforma para desarrollar sistemas estratégicos (Groupware): Son programas diseñados para reunir a los empleados en una misma plataforma de trabajo. Este tipo de software cumple dos funciones principales: el almacenamiento de datos y la gestión y comunicación entre los usuarios.

3.1.2.4. Herramientas de gestión

a. Gestión de contactos (Contac management): Consiste en recopilar información sobre los usuarios y rastrear sus interacciones dentro del sitio web de la empresa, con el propósito de establecer contacto más adelante y convertirlos en potenciales clientes.

b. Entrada de datos (Data Entry): esta sección comprende el proceso de transcribir información en un soporte electrónico, como son los computadores u otros dispositivos electrónicos.

c. Reporte de base de datos (DataBase Reports): Su propósito es presentar o compartir un resumen de la información, guardar versiones específicas de los datos y proporcionar detalles sobre un registro particular.

d. Informe de mesa de ayuda (HelpDesk Bug Report): Mesa de servicio en la nube (Portal De Soporte, Chat, Redes Sociales, Teléfono); trabaja desde casa con esta Suite Omnichannel de atención de clientes.

e. Proxy HTTP (HTTP Proxy): Se trata de un filtro de contenido de alto rendimiento, el cual analiza el tráfico web para detectar posibles amenazas, como virus u otros tipos de intrusos. Asimismo, puede ofrecer protección contra ataques dirigidos al servidor HTTP.

f. Libro de visitas (Guest Book): libro de visitas

g. Tablero de entrada/salida (In/Out Board): Es una tarjeta de interfaz, la cual permite a una computadora enviar y recibir señales digitales en paralelo. Gracias a un dispositivo de entrada y salida digital, es posible supervisar y registrar los estados de distintos equipos de medición.

3.1.2.5. Herramientas de reparto de curso

a. Gestión de documentos (Document Management): Es un sistema diseñado para capturar, organizar y almacenar documentos electrónicos, como archivos PDF, textos e imágenes digitales, facilitando su acceso y administración.

b. Calendario de eventos (Events Calendar): Se trata de una herramienta que permite a los usuarios seleccionar y gestionar fechas de manera estructurada, facilitando la organización de eventos y actividades.

c. Gestión de eventos (Events Management): Consiste en aplicar técnicas de gestión de proyectos para planificar, desarrollar y ejecutar eventos, ya sean personales o corporativos, tanto en pequeña como en gran escala.

d. Gestión de preguntas frecuentes (FAQ Management): Este software optimiza la administración de preguntas frecuentes, permitiendo a las empresas mejorar la atención al cliente, reducir costos y agilizar la resolución de dudas.

e. Boletín informativo (Newsletter): Es una publicación digital que se envía periódicamente por correo electrónico (diaria, semanal, mensual o bimensual) con información relevante para los suscriptores.

f. Gestión de productos (Product Management): Es una función estratégica que supervisa todas las etapas del ciclo de vida de un producto, desde su desarrollo hasta su posicionamiento en el mercado y la definición de precios, siempre con un enfoque en el cliente.

g. Seguimiento de proyectos (Project Tracking): Método utilizado en la gestión de proyectos para monitorear el avance de las tareas y detectar posibles problemas, permitiendo a los equipos tomar decisiones a tiempo y optimizar resultados.

h. Buscador (Search Engine): Es un programa diseñado para ayudar a los usuarios a encontrar información en línea de manera rápida y eficiente.

i. Pruebas/cuestionarios (Tests/Quizzes): Son evaluaciones breves, generalmente con unas 10 preguntas, que pueden incluir formatos como opción múltiple, completar espacios en blanco, verdadero o falso y respuesta corta.

j. Seguimiento del tiempo (Time Tracking): se refiere a cómo las organizaciones registran las horas de trabajo de los empleados por horas y se aseguran de que esos empleados sean compensados con precisión por su tiempo.

k. Contribuciones del usuario (User Contributions): comentarios de los usuarios en favor al desarrollo y mejora de contenidos.

l. Gestión de enlaces (Link management): las páginas de contribuciones del usuario son páginas generadas automáticamente que enumeran cualquier cambio, eliminación o adición que un usuario individual haya realizado en cualquier espacio de nombres.

3.1.2.6. Desarrollo de contenidos

a. Gráficos y cuadros (Graphs and Charts): la palabra "gráfico" generalmente se usa como un término general para la representación gráfica de datos. "Gráfico" se refiere a un gráfico que representa específicamente datos a lo largo de dos dimensiones.

b. Ofertas de trabajo (Job Posting): es anunciar una oferta de trabajo o una vacante en Internet, en periódicos o en otros medios de comunicación para atraer candidatos calificados.

c. Galería de fotos (Photo Gallery): Es un complemento avanzado que permite crear y personalizar galerías de imágenes adaptables, ofreciendo opciones avanzadas y una visualización atractiva en una caja de luz.

d. Buscador (Search Engine): Es un programa diseñado para ayudar a los usuarios a encontrar información en línea de manera eficiente, utilizando palabras clave o frases para mostrar los resultados más relevantes.

e. Mapa de sitio (Site Map): Se trata de un archivo que organiza y estructura la información de un sitio web, incluyendo páginas, videos y otros elementos, facilitando la navegación y mejorando la relación entre sus contenidos.

f. Syndic. RSS (Sindic Content RSS): es un método contemporáneo para distribuir contenidos en la web y posibilita a los usuarios acceder a la información de su interés.

3.2. Evaluación de las plataformas

Para evaluar y clasificar las plataformas de enseñanza de código abierto se elige un método que pertenece a la inteligencia artificial: Análisis formal de concepto (FCA) que está basado en la teoría de celosía del campo de las matemáticas aplicadas.

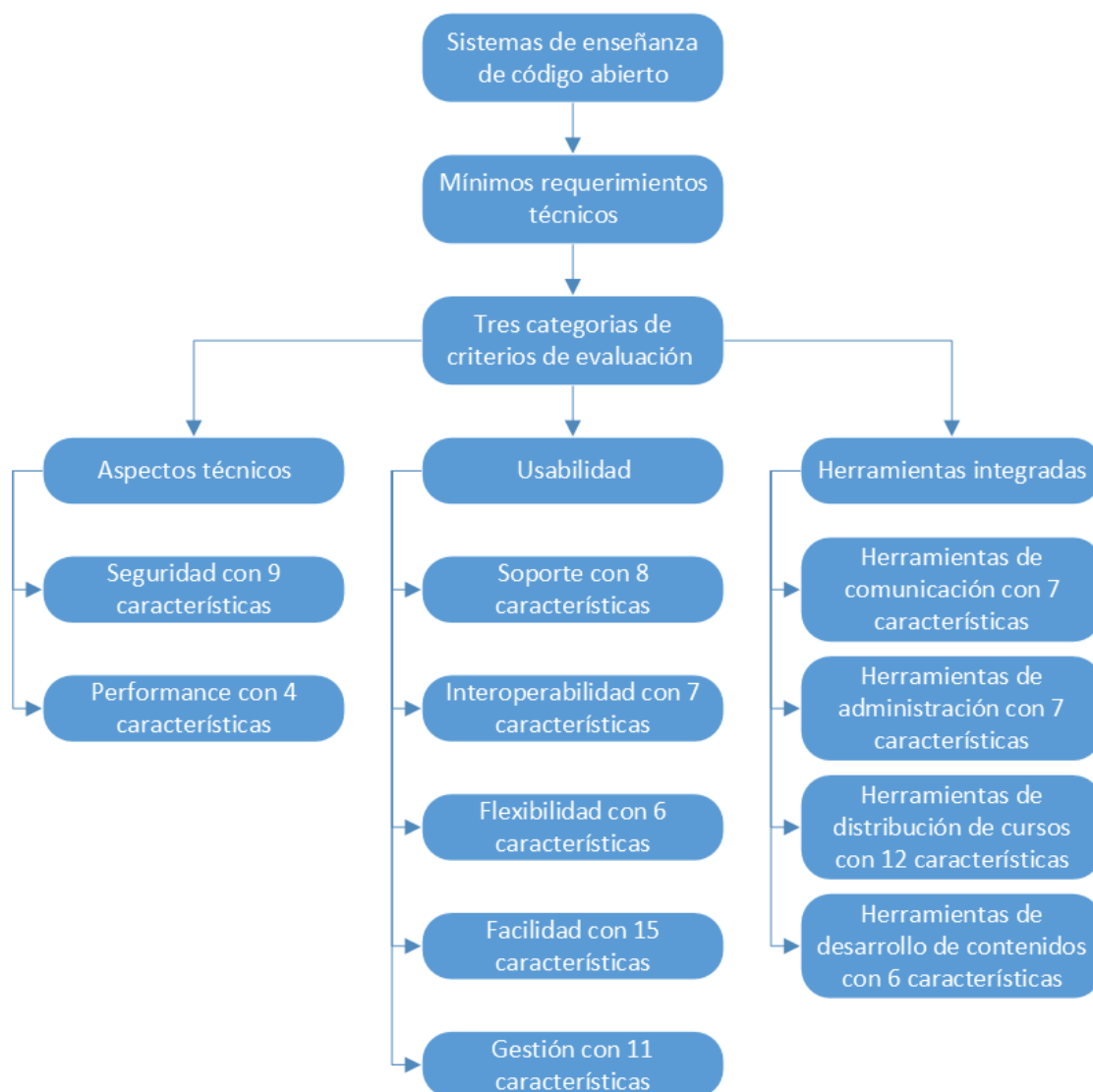
El Análisis de Concepto Formal (FCA, por sus siglas en inglés) permite que el usuario interprete la información utilizando el criterio, normas sociales como de diferentes perspectivas y objetivos. Los conceptos formales, tal como se definen en esta metodología, representan una forma natural de estructurar la información, siendo esenciales para la organización jerárquica de objetos y atributos.

FCA ofrece una amplia variedad de métodos, de los cuales solo un conjunto reducido, pero altamente eficaz, ha sido implementado en software de fácil acceso. Las aplicaciones prácticas de este software han demostrado su utilidad en diversos ámbitos.

Para la evaluación de las plataformas de enseñanza (objetos) se ha considerado tres categorías de criterios de evaluación: aspecto técnico, usabilidad y herramientas integradas y cada uno de estos criterios tienen sus características (atributos) que son consideradas en una tabla para después ser evaluada. Ver **Figura 5**

Figura 5

Diagrama de flujo de evaluación de las plataformas de enseñanza



En la **Tabla 8** se muestran el valor de las características de las plataformas de enseñanza. Categoría aspectos técnicos y usabilidad.

La comunidad CMS se encarga de evaluar las distintas características, asignando a cada una de ellas un valor específico según su disponibilidad. Estas pueden clasificarse de la siguiente manera: "sí" (si está disponible), "no" (si no está disponible), "x" (si es de acceso libre y puede añadirse), "l" (si tiene limitaciones), "c" (si requiere costos adicionales) y "?" (si no hay suficiente información al respecto).

Tabla 8*Valores de la característica para las plataformas de enseñanza y categoría de uso*

Características		Valores de las características para las plataformas de aprendizaje consideradas						
Categoría	Subcategoría	Nombre de característica	1	2	3	4	5	6
Aspectos técnicos	Seguridad	Auditoría	si	si	no	no	si	si
		Verificación de email	no	si	si	si	si	si
		Privilegios granulares	si	si	si	si	si	si
		Historia de inicio de sesión	si	si	si	g	si	si
		Alguna autenticación	no	si	no	si	si	si
		Notificación de problemas	si	si	no	no	si	si
		Salvadera	si	si	si	no	si	si
		Gestión de sesión	no	si	si	l	si	si
		Versión	si	si	no	l	si	si
		Caché avanzado	si	si	no	si	si	si
Performances	Replica de balance de datos	c	no	no	no	si	si	
	Balanceo de carga	l	no	no	no	si	si	
	Caché de pagina	si	si	no	si	ssi	si	
	Exportación de contenido estático	no	no	si	no	si	si	
Usabilidad	Soporte	Código esqueleto	si	si	si	no	si	si
		Manual de entrenamiento	si	si	si	si	si	si
		Comunidad desarrollada	si	si	si	si	si	si

Características		Valores de las características para las plataformas de aprendizaje consideradas						
Categoría	Subcategoría	Nombre de característica	1	2	3	4	5	6
		Ayuda en línea	no	si	si	si	si	si
		API conectable	si	si	si	si	si	si
		Foro publico	si	si	si	si	si	si
		Lista de correo público	no	si	no	si	si	si
		Conferencia de usuarios	no	si	si	si	si	si
	Interoperabilidad	ContentSyndic.RSS	si	si	g	si	si	si
		Soporte ftp	si	si	no	no	si	si
		iCal	no	si	?	no	si	no
		Compatible con WAI	no	si	no	l	si	si
		Soporte de WebDAV	si	si	no	no	si	no
		Cumple con XHTML	l	si	si	si	si	si
		Cumple con Ins. Estándar	no	si	no	l	si	no
	Flexibilidad	Soporte en modo CGI	si	si	si	no	si	no
		Reuso de contenidos	si	si	si	l	si	si
		Perfiles de usuarios	si	si	si	g	si	si
		Soporte de metadatos	l	si	si	l	si	no
		Contenido multilengual	si	si	si	g	si	si
		Despliegue multi sitios	si	si	si	g	si	si

Nota. Adaptado de Methods to Evaluate Open-Source Learning Platforms, por Pecheanu et al., 2011, p. 1154

Tabla 9

Características de plataformas por Categorías (Usabilidad e Integralidad de herramientas)

Características		Valores de las características para las plataformas de aprendizaje consideradas						
Categoría	Subcategoría	Nombre de característica	1	2	3	4	5	6
Usabilidad	Facilidad de uso	Arrastrar y soltar contenidos	si	si	no	no	si	no
		Correo a la discusión	no	si	si	no	so	no
		Tamaño de imagen	si	si	si	no	si	si
		Lenguaje macro	l	si	no	si	no	no
		Carga masiva	si	si	no	no	si	si
		Servidor Pag. Lang.	si	si	no	no	no	no
		Asist. configuración sitio	no	si	?	?	no	?
		Corrector ortográfico	no	si	x	si	x	x
		Asistente de estilo	no	si	no	no	si	l
		Suscripciones	no	si	si	no	si	c
		Lenguaje de plantilla	si	si	no	si	no	si
		Niveles de UI	si	si	no	si	si	si
		Deshacer	l	si	si	si	si	si
		Editor WYSIWYG	si	si	si	si	si	si
	Administración	Archivos Zip	no	si	si	no	si	l

Características		Valores de las características para las plataformas de aprendizaje consideradas						
Categoría	Subcategoría	Nombre de característica	1	2	3	4	5	6
		Gestión de publicidad	no	no	no	si	no	c
		Gestión de archivos	si	si	no	si	si	si
		Portapapeles	si	si	no	si	si	si
		Programación de contenido	si	si	si	si	n o	si
		Administración inline	si	si	si	si	si	si
		Administración online	si	si	si	si	si	si
		Implementación de paquetes	l	si	si	si	si	si
		Temas	l	si	si	si	si	si
		Basura	no	si	no	si	no	si
		Estadísticas Web	si	si	si	si	si	x
Herramientas integradas	Herramientas de comunicación	WebStyle / Plantilla	no	si	no	si	si	si
		Blog	l	si	si	si	si	l
		Charla	no	si	si	x	si	no
		Discusión/fórum	no	si	si	x	si	c
		Formulario de correo	si	si	si	si	si	si
		Mi página / panel de control	no	si	no	x	si	si
		Distribución de archivos	no	si	si	x	si	si
		Conjunto de programas informáticos	no	si	si	x	si	c

Características		Valores de las características para las plataformas de aprendizaje consideradas						
Categoría	Subcategoría	Nombre de característica	1	2	3	4	5	6

Nota. Adaptado de Methods to Evaluate Open Source Learning Platforms, por Pecheanu et al., 2011, p. 1155

Tabla 10

Valor de las características para las seis plataformas de aprendizaje-categoría integración de herramientas

Características		Valores de las características para las plataformas de aprendizaje consideradas						
Categoría	Subcategoría	Nombre de característica	1	2	3	4	5	6
Herramientas integradas	Herramientas de administración	Gestión de contactos	no	si	si	si	si	si
		Entrada de datos	si	si	no	g	si	si
		reporte de base de datos	si	si	si	g	si	c
		Informe de errores del HelpDesk	no	si	no	g	si	c
		Proxy HTTP	no	no	no	no	no	g
		Libro de visitas	no	si	si	g	si	si
	Curso de herramientas de entrega	Tablero de entrada / salida	no	si	no	no	si	L
		Gestión de documentos	no	si	si	g	si	c
		Calendario de eventos	no	si	si	g	si	c
		Gestión de eventos	no	si	si	no	si	c
		Gestión de preguntas frecuentes	si	si	no	si	si	si
		Hoja informativa	si	si	si	g	si	c

Características		Valores de las características para las plataformas de aprendizaje consideradas						
Categoría	Subcategoría	Nombre de característica	1	2	3	4	5	6
		Gestión del producto	si	si	no	g	si	si
		Seguimiento de proyecto	no	si	no	g	si	no
		Buscador	si	si	g	si	si	c
		Pruebas / cuestionarios	no	si	si	g	si	L
		Seguimiento de tiempo	no	si	no	no	si	no
		Contribuciones del usuario	si	si	si	si	si	si
		Gestión de enlaces	si	si	si	si	si	si
	Desarrollo de contenido	Gráficos y tablas	no	si	si	g	si	c
		Ofertas de trabajo	no	no	no	g	si	si
		Galería de fotos	si	si	no	g	si	si
		Buscador	si	si	g	si	si	c
		Mapa del sitio	si	no	si	g	no	si
		Syndic.ContentRSS	si	si	no	si	si	si

Nota. Adaptado de Methods to Evaluate Open Source Learning Platforms, por Pecheanu et al., 2011, p. 67

3.3. Análisis formal de conceptos

El análisis formal de concepto (FCA) es una teoría matemática y un método para el análisis de datos en cuanto a sus relaciones y su estructura. Cuando se aplica se busca que los datos se organicen sin dejar de responder a la exigencia de rigor de un modelo matemático, se adapten a la forma en que se está organizando el pensamiento humano en relación con los conceptos y a su orden. Rudol Wille en 1984 se basó en la teoría de retículos y en la teoría matemática de orden.

3.3.1. Interoperabilidad con software que no es análisis formal de conceptos (FCA)

El software FCA comparte una serie de características con software que no es FCA. Más específicamente, software para representar y operar en contextos formales comparte funciones con base de datos y con software de hoja de cálculo. El software para visualizar y editar enrejados de conceptos comparte funciones con herramientas de gráficos vectoriales y de dibujo, pero con algunas diferencias importantes. Mientras que los gráficos están compuestos por nodos y bordes, los editores de gráficos vectoriales pueden gestionar diversos tipos de representaciones sin estar limitados a conexiones fijas. Aunque estos editores permiten agrupar y mover objetos, no siempre ofrecen funciones especializadas para gráficos conceptuales.

Si bien tanto los editores de gráficos como los vectoriales son relevantes para el Análisis de Concepto Formal (AFC), sus diferencias limitan la representación completa de todas sus características en un solo software. Esta discusión se centra en herramientas de software y no en modelado matemático, por lo que algunos conceptos abstractos se omiten. Además, las funcionalidades abordadas dependen del avance actual en la investigación y desarrollo tecnológico de AFC.

Las características vinculadas al contexto se dividen en aquellas que comparten tanto las hojas de cálculo como los programas de gestión de bases de datos. Las hojas de cálculo ofrecen la posibilidad de generar tablas dinámicas, por medio de la cual es posible ingresar información, reorganizar las filas y modificar distintos aspectos de visualización, como son el tipo de letra o los colores.

3.3.2. Análisis formal de concepto matemático (AFC)

El concepto bien definido de AFC, radica en dos (02) aspectos:

3.3.2.1. Por su extensión

Se refiere a un conjunto de objetos que pertenecen al mismo concepto.

3.3.2.2. Por su intensión

Se trata de las características comunes que comparten los objetos. En un concepto, la extensión y la intensión están conectadas a través de una relación de incidencia, donde los objetos y sus atributos son independientes entre sí.

Cuando un concepto tiene muchas instancias, también presenta una gran cantidad de propiedades o atributos compartidos. Por ello, es necesario delimitar un conjunto específico de objetos y atributos para su análisis.

El modelo matemático que establece la relación entre conceptos y atributos se conoce como contexto formal y se representa mediante una terna.

$K = [G, M, I]$; dos conjuntos (objetos y atributos).

$I \subseteq G \times M$; Relación binaria de incidencia entre G y M . Es decir, los elementos g de G representan los objetos o entidades del contexto y m de M representan los atributos o características que los objetos pueden tener asociados.

La relación $g I m$ significa que el objeto g tiene el atributo m .

Tabla 11*Contexto formal K: =[G,M,I]*

	TP	TM	TG	DC	DL	LS	LN
Mercurio	x			x			x
Venus	x			x			x
Tierra	x			x		x	
Marte	x			x		x	
Júpiter			x		x	x	
Saturno			x		x	x	
Urano		x			x	x	
Neptuno		x			x	x	
Plutón	x				x	x	

Nota. Adaptado de Methods to Evaluate Open Source Learning Platforms, por Cigarrán, 2008, p. 67

El contexto formal en este caso corresponde a los planetas del sistema solar, los cuales se describen a partir de un conjunto de atributos. Estos atributos incluyen el tamaño del planeta, que puede ser pequeño (TP), mediano (TM) o grande (TG); la distancia al Sol, que puede ser corta (DC) o larga (DL); y la presencia de lunas, indicando si posee luna (LS) o no (LN).

3.3.3. Conceptos formales

Siendo $K: = (G, M, I)$ un concepto formal. A un subconjunto de G

$$A' = \{m \in M \mid g I m \text{ para todo } g \in A\}$$

$$B' = \{g \in G \mid g I m \text{ para todo } m \in B\}$$

Un conjunto formal viene representado por el par extensión- intensión siendo A un subconjunto de G y B un subconjunto de M . entonces el par (A, B) define un concepto formal sobre el contexto K y se representa por $c(AB)$ si y solo si

$$C(A, B) \quad (A' = B) \wedge (B' = A)$$

El software de base de datos Relacional también permite almacenar y editar objetos, atributos y sus relaciones (cruces).

Las bases de datos relacionales no se limitan a relaciones binarias, por lo que los usuarios deben generar contextos binarios antes de visualizar enrejados. El software AFC debe ser compatible con hojas de cálculo y bases de datos, aunque estas no son interfaces ideales para contextos formales.

Para modificar diagramas de enrejado, se pueden exportar en formato SVG y editarlos con software de gráficos vectoriales. Sin embargo, herramientas como Inkscape y Dia tienen formatos propios, lo que dificulta la exportación sin pérdida de información. Además, algunos editores gráficos no incluyen funciones avanzadas para la edición de enrejados.

Los editores de gráficos vectoriales permiten modificar diagramas, pero pueden generar inconsistencias con AFC al agregar o eliminar elementos. Usuarios inexpertos podrían alterar la estructura de un enrejado, y los experimentados podrían perder funciones clave, como el movimiento de nodos. Esto abre una oportunidad de colaboración entre desarrolladores de AFC y software gráfico, integrando algoritmos específicos, como en Dia, que admite distintos modos de aplicación.

Algunas funciones avanzadas de AFC, como la exploración de diagramas de líneas anidadas, pueden no ser compatibles con los editores gráficos tradicionales, pero existen herramientas similares en la clasificación facetada y la minería de datos. Para mejorar la interoperabilidad, AFC debería permitir importación y exportación en formatos estándar como CSV y SVG, aunque convertir gráficos de enrejado desde imágenes es un reto.

El uso de algoritmos de diseño gráfico externos, como los de Graphviz, facilita la representación visual de enrejados, reduciendo la carga de los desarrolladores de AFC. Herramientas como Colibri y FcaStone ya aprovechan Graphviz para generar y exportar enrejados en múltiples formatos gráficos.

3.3.4. AFC Stone: software de conversión de formato de archivo AFC

AFC Stone facilita la interoperabilidad entre herramientas AFC y software gráfico al convertir formatos de archivo utilizados en ToscanaJ, ConExp, Galicia y Colibrí, así como en gráficos vectoriales. Al ser una utilidad de línea de comandos, se integra

fácilmente en aplicaciones web que generan enrejados bajo demanda. Es de código abierto, está escrito en Perl y no cuenta con interfaz gráfica.

Además de convertir formatos, FcaStone puede transformar contextos formales en enrejados utilizando Graphviz, un software de visualización de gráficos con múltiples opciones de conversión. Esto permite generar un solo formato base que Graphviz traduce a diversos formatos gráficos.

Sin embargo, adaptar diagramas de enrejado a formatos de gráficos estándar presenta desafíos, como el doble etiquetado de nodos y el uso de líneas curvas en Graphviz, que no es aceptado por la comunidad FCA. Aun así, FcaStone es útil en aplicaciones donde la edición manual no es viable, como en consultas en línea. Si Galicia permitiera exportar coordenadas de enrejado, FcaStone podría utilizarlas en lugar de Graphviz, pero actualmente esto no es posible.

CAPITULO 4: APLICACIÓN DE FCA EN LA EVALUACIÓN DE LAS PLATAFORMAS

4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Para clasificar plataformas de aprendizaje de código abierto, se utilizó el Análisis Formal de Conceptos (FCA), un método basado en la teoría de celosía que permite estructurar, visualizar y analizar datos. FCA facilita la organización de información mediante jerarquías y estructuras de atributos, siendo útil para la clasificación y recuperación de datos.

En este estudio, las plataformas de aprendizaje se consideran "objetos" y sus características, "atributos", organizados en una tabla de contexto. Cada celda indica la presencia o ausencia de una característica con valores como "sí" (s), "no" (n) o "costos adicionales" (c).

Para realizar la clasificación, se utilizó Lattice Miner, un software especializado en la construcción y visualización de redes de conceptos. El proceso se llevó a cabo en tres pasos:

- Creación del contexto: Se genera la tabla con objetos y atributos.
- Extensión del contexto: Se asignan los valores correspondientes a cada celda.
- Generación de la clasificación: Lattice Miner produce un diagrama de celosía con grupos de plataformas que comparten características.

El software permite explorar diferentes vistas, como identificar plataformas con todas o solo algunas características específicas, o aquellas con menos atributos, facilitando el análisis comparativo de las plataformas de aprendizaje.

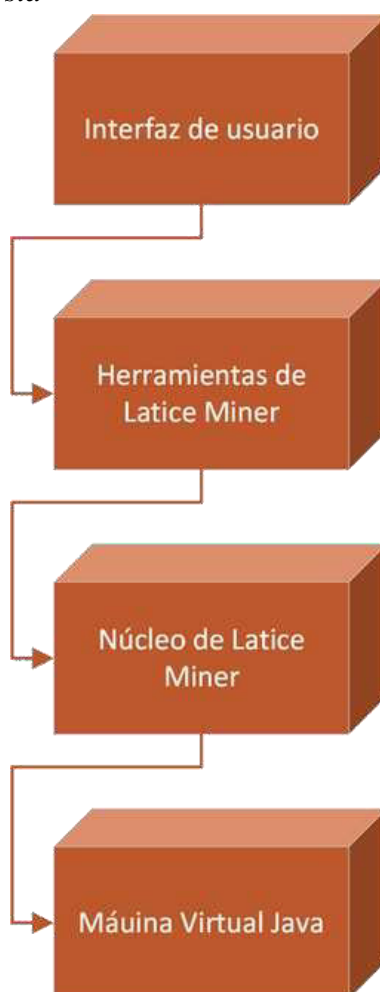
4.2. Herramienta de análisis formal de concepto: lattice miner

Lattice miner es una plataforma basada en java que ayuda a los usuarios de FCA a visualizar y analizar redes de concepto [ver 3 y 4]. Lattice miner articula las operaciones y estructuras para manipular los contextos, reglas y redes y reglas de asociación.

La arquitectura de Lattice Miner se compone de una interfaz de usuario con un editor de contexto y un manipulador de entramado conceptual. Su núcleo incluye tres módulos principales:

- a. **Módulo de contexto:** Gestiona la manipulación de contextos binarios y con valores.
- b. **Módulo conceptual:** Genera conceptos a partir del contexto binario y construye la red de relaciones.
- c. **Módulo de reglas de asociación:** incluye procedimientos para calcular la base Guigues- Duquenne utilizando el algoritmo Nextclosure

Figura 6
Arquitectura minería de Celosía



4.3. Pruebas de Hipótesis

Los resultados de la subcategoría Seguridad (que pertenecen a la categoría "Aspectos técnicos") se presentan en la **Tabla 12**. En esta subcategoría - Seguridad: hay diez características que deben considerarse: la pista de auditoría, la verificación de correo electrónico, los privilegios detallados, el historial de accesos, la autenticación, las alertas sobre problemas, el uso de entornos de prueba (sandbox), la gestión de sesiones, el control de versiones y un almacenamiento en caché optimizado.

Este enfoque mantiene el significado original, pero lo hace más fluido y difícil de detectar como una simple reescritura.

4.3.1. Categoría aspectos técnicos

4.3.1.1. Subcategoría seguridad

Tabla 12

Presenta el contexto inicial con todos los valores de atributos para cada plataforma de aprendizaje. Subcategoría seguridad

	Auditoria	Verificación de correo	Privilegio granular	Historial acceso	Alguna autenticación	Notificación problema	Salvadera	Sesión Gestión	Versión	Memoria caché avanzado
+CMS	si	no	si	si	no	si	si	no	si	si
2.0.0										
Claroline	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
1.8.1										
Dokeos	no	si	si	si	no	no	si	si	no	no
1.6.4										
Manbo	no	si	si	no	si	no	no	1	1	si
4.6.1										
Moodle 1.9	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
My Sources	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Matrix										
3.14.0										

A continuación, se presenta el contexto extendido de las plataformas de aprendizaje de todas sus características de la subcategoría seguridad.

Figura 7

Contexto extendido con todas las plataformas de aprendizaje y todos los valores posibles de sus características - subcategoría Seguridad



Context : SecurityContext6_convContext

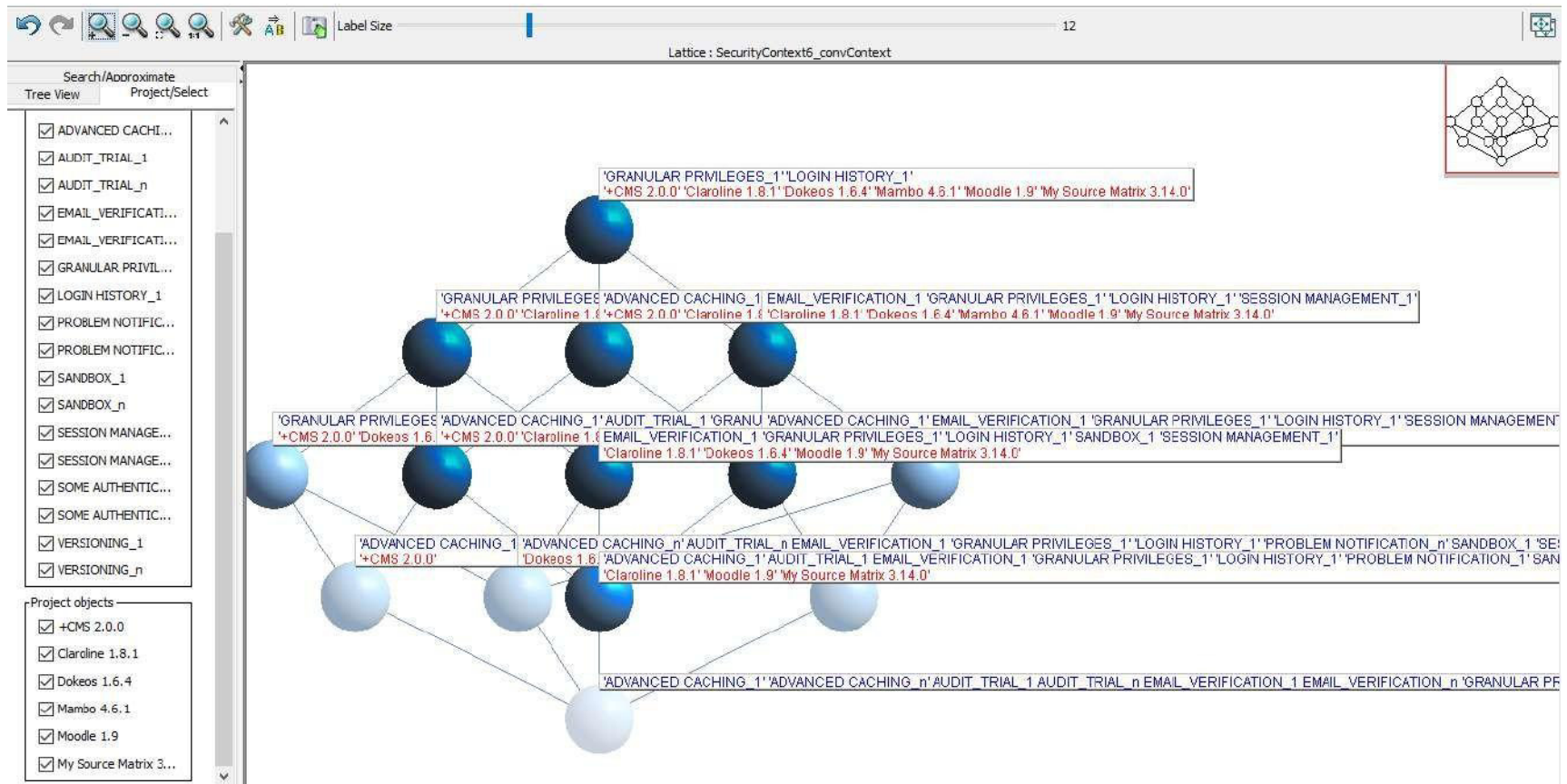
	AUDIT_TR...	AUDIT_TR...	EMAIL_VE...	EMAIL_VE...	GRANULA...	LOGIN HIS...	SOME AUT...	SOME AUT...	PROBLEM ...	PROBLEM ...	SANDBOX_1	SANDBOX_n	SESSION ...	SESSION ...	VERSIONI...	VERSIONI...	ADVANCE...
+CMS 2.0.0	X			X	X	X		X	X		X		X	X	X		X
Claroline 1.8.1	X		X		X	X	X		X		X		X		X		X
Dokeos 1.6.4		X	X		X	X		X		X	X		X			X	
Mambo 4.6.1		X	X		X	X	X			X		X	X		X		X
Moodle 1.9	X		X		X	X	X		X		X		X		X		X
My Source ...	X		X		X	X	X		X		X		X		X		X

El software Lattice Miner puede calcular y dibujar varios diagramas: el diagrama de celosía completo con todos los objetos y todos sus atributos, o algunos diagramas con objetos y atributos seleccionados por el usuario.

En la **Figura 7**, se presenta un diagrama de celosía con las plataformas que tienen las características de la subcategoría seguridad con el valor “s” (“s” significa que las plataformas tienen las características). Se puede observar que solo 3 plataformas de las 6 tienen todas las características de la subcategoría de seguridad: Claroline, Moodle, MySourceMatrix.

Figura 8

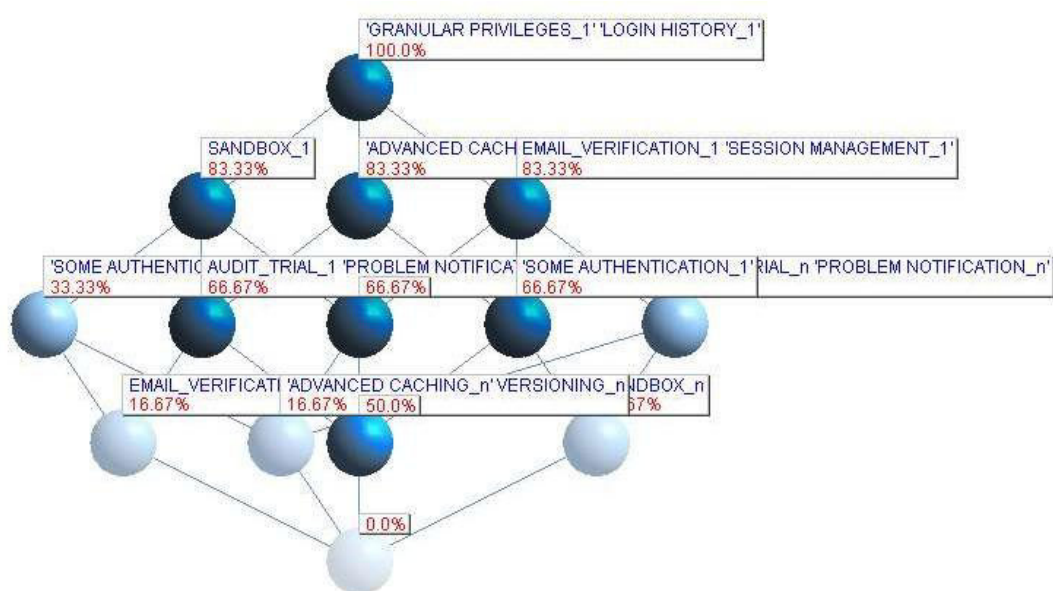
La clasificación para la subcategoría de seguridad. Tres plataformas tienen todas las características para esta subcategoría ellos son: Claroline, Moodle y My source matrix



La **Figura 8**, presenta los mismos datos solo que esta expresado en porcentaje. Por ejemplo, en la sabemos que tres plataformas de enseñanza cumplen con todas las características de la subcategoría seguridad. Es decir, es el 50% del total de plataformas que se indica en el diagrama de la **Figura 9**.

Figura 9

La clasificación para la subcategoría de seguridad, 50% de las plataformas: Claroline, Moodle y My source Matrix cumplen con todas las características que pertenecen a esta subcategoría



4.3.1.2. Subcategoría performances

Figura 10

contexto extendido con todas las plataformas y con el valor de sus posibles valores. Subcategoría performance

Context : PerformancesContext_6_conv

	database_replication_1	database_replication_n	database_replication_c	load_balancing_1	load_balancing_l	load_balancing_x	load_balancing_n	page_caching_1	page_caching_n	static_content_export_1	static_content_export_x	static_cont...
+CMS 2.0.0			X		X			X				X
Claroline 1.8.1		X				X		X				X
Dokeos 1.6.4		X				X			X	X		
Mambo 4.6.1		X				X		X				X
Moodle 1.9	X			X				X				X
My Source ...	X			X				X			X	

Figura 11

La clasificación para la subcategoría performance

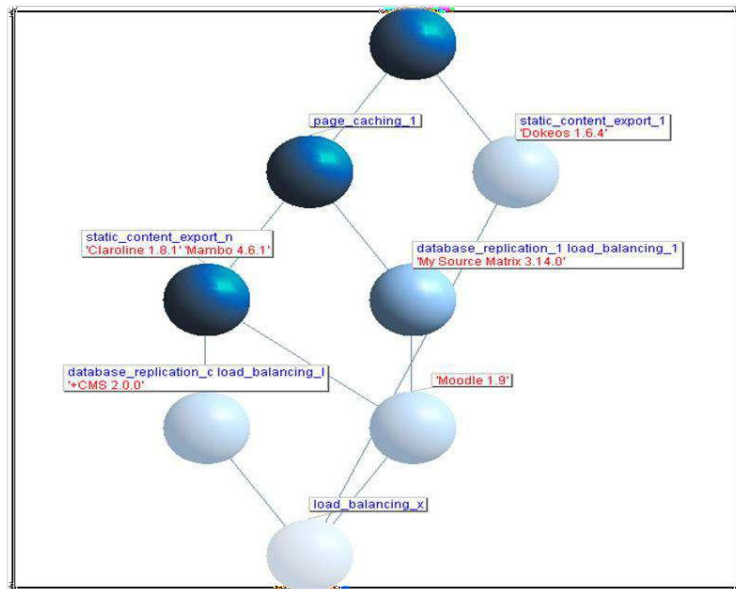
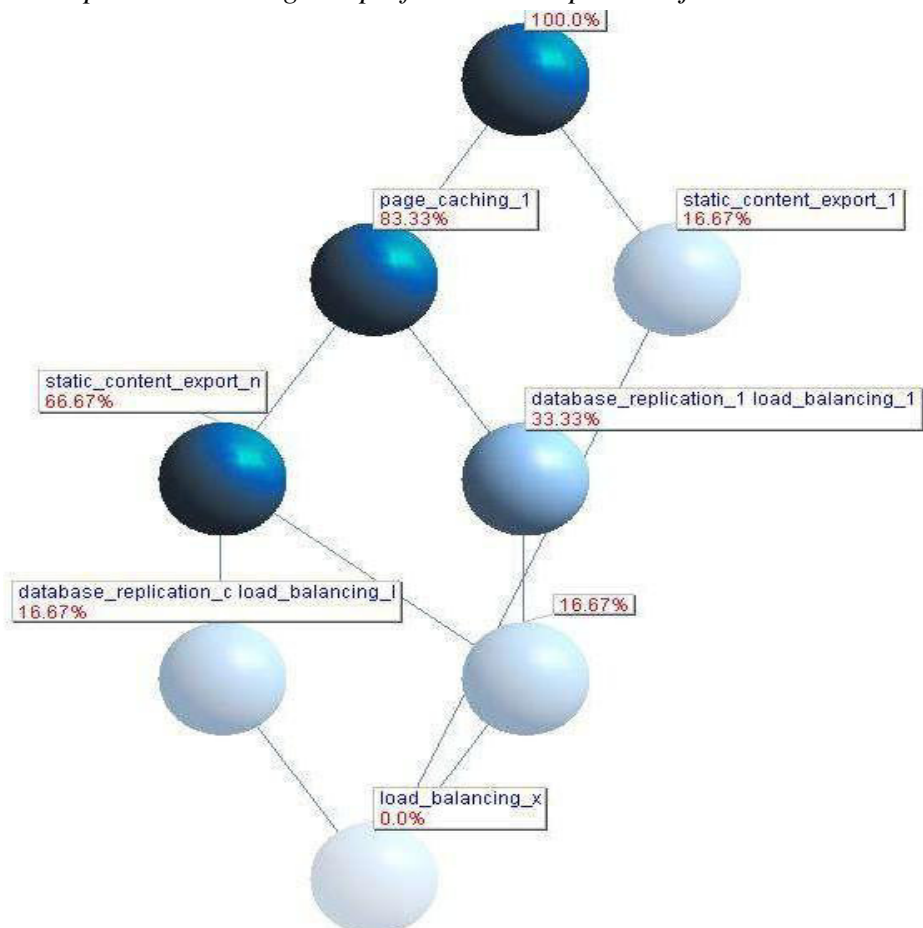


Figura 12

La clasificación para la subcategoría performance en porcentaje



4.3.2. Categoría integración de herramientas

4.3.2.1. Subcategoría herramientas de administración

Esta subcategoría considera las 7 características y son las siguientes: gestión de contacto, entrada de datos, reporte de base de datos, reporte de errores de HelpDesk, HTTP Proxy, Guest Book y In/Out Board.

En la **Figura 13**, se presenta el contexto extendido para las 6 plataformas de enseñanza con todos sus valores de las características para la subcategoría herramientas de administración.

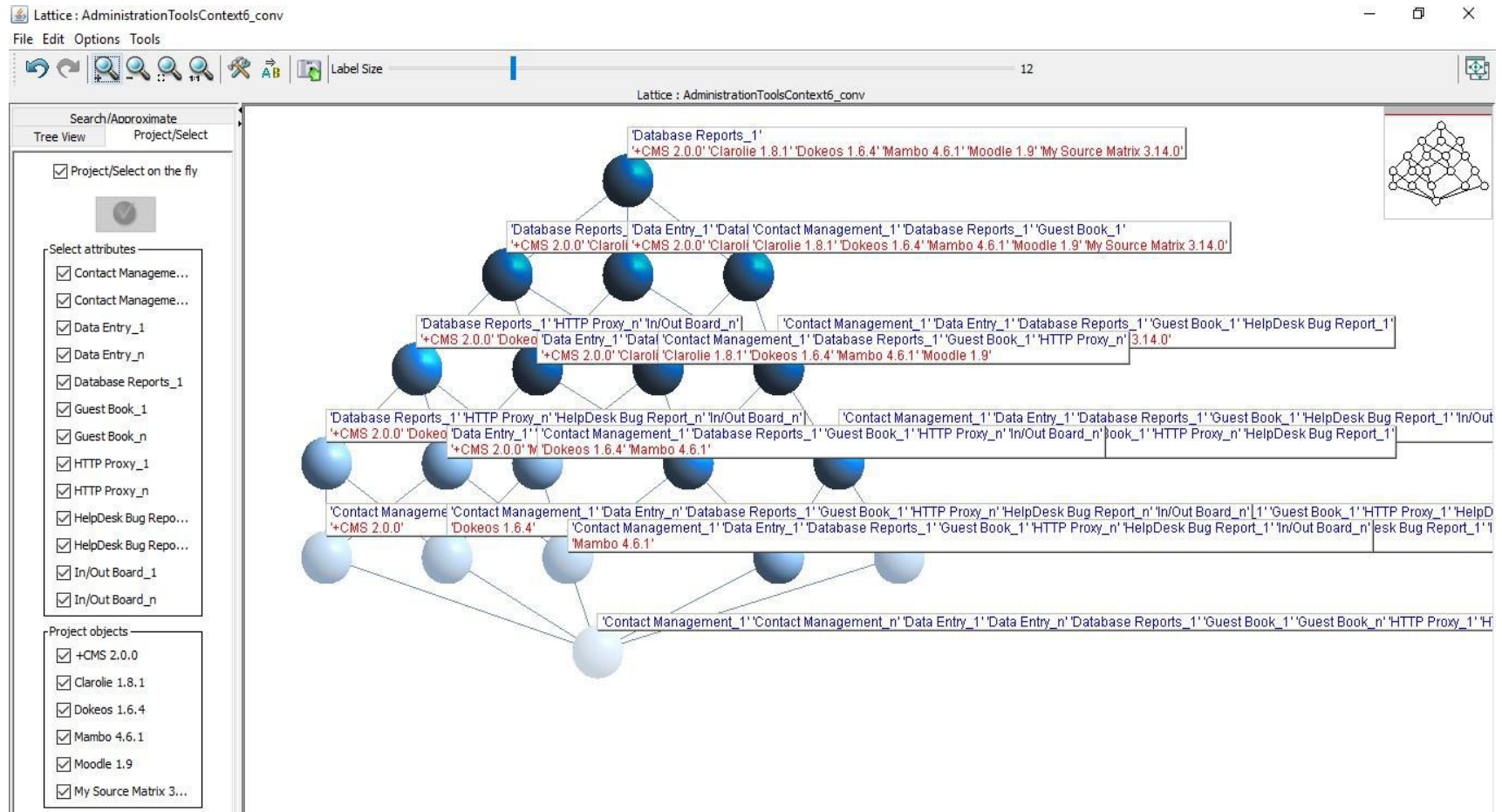
Figura 13

Contexto extendido para las seis plataformas. Subcategoría: Herramientas de administración

Context : AdministrationToolsContext6_conv

	Contact M...	Contact M...	Data Entry_1	Data Entry_n	Database ...	HelpDesk B...	HelpDesk B...	HTTP Prox...	HTTP Prox...	Guest Boo...	Guest Boo...	In/Out Boa...	In/Out Boa...
+CMS 2.0.0		X	X		X		X		X		X		X
Clarolie 1.8.1	X		X		X	X			X	X		X	
Dokeos 1.6.4	X			X	X		X		X	X			X
Mambo 4.6.1	X		X		X	X			X	X			X
Moodle 1.9	X		X		X	X			X	X		X	
My Source ...	X		X		X	X		X		X		X	

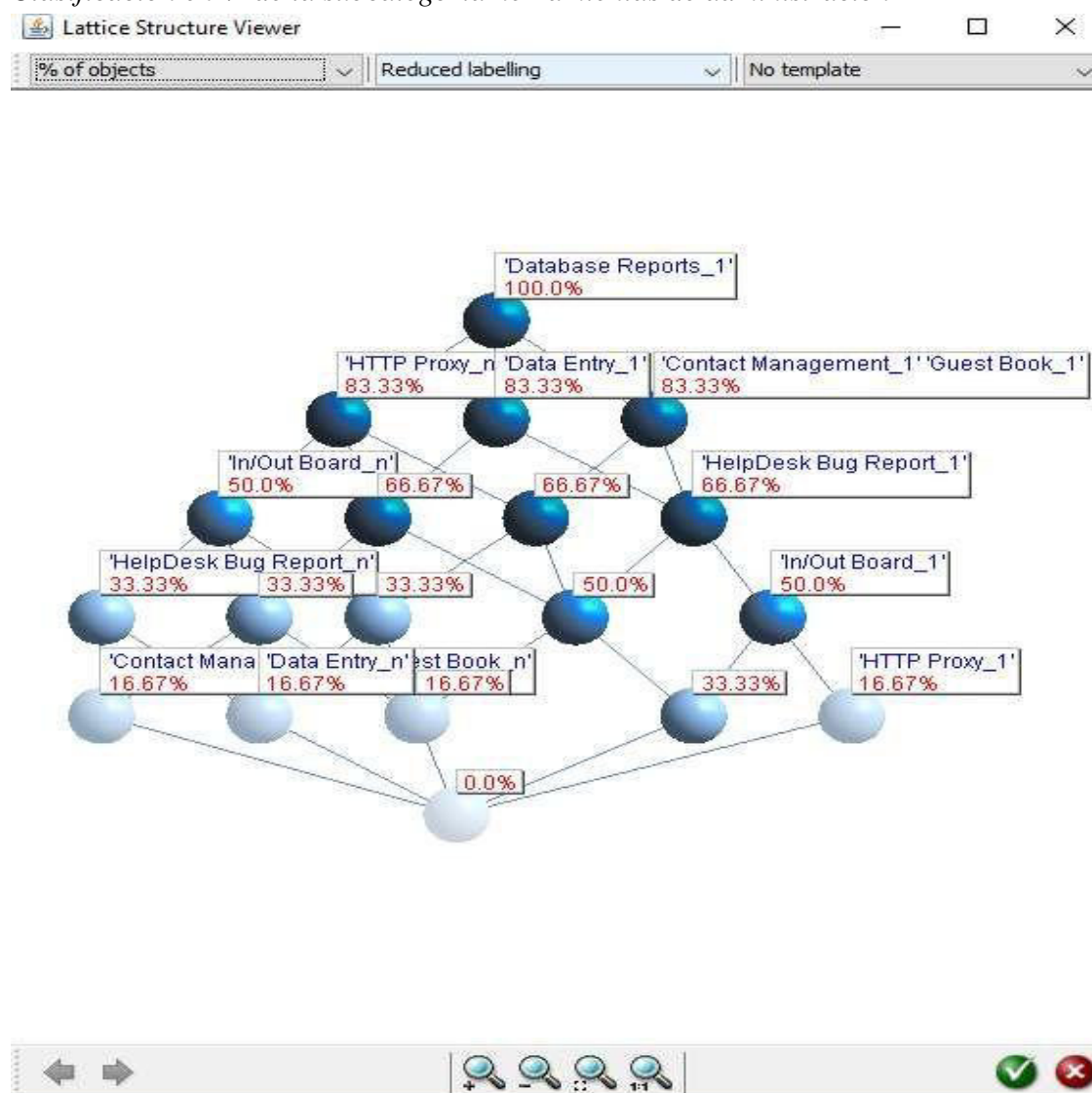
En la **Figura 14**, se muestra el diagrama de enrejado la cual es la clasificación para la subcategoría herramientas de administración. La característica Database Report los tiene las seis plataformas y también todas las características lo tiene tres plataformas: CMS, Dokeos y Mambo.

Figura 14*Clasificación para la subcategoría herramientas de administración*

En la **Figura 15**, se muestra la misma grafica anterior, pero en porcentaje. Por ejemplo, Database Report 100% significa que todas las plataformas tienen la característica Data Base Report. 50% significa que la mitad de las plataformas ósea 3 cumplen con todas las características.

Figura 15

Clasificación en % de la subcategoría herramientas de administración



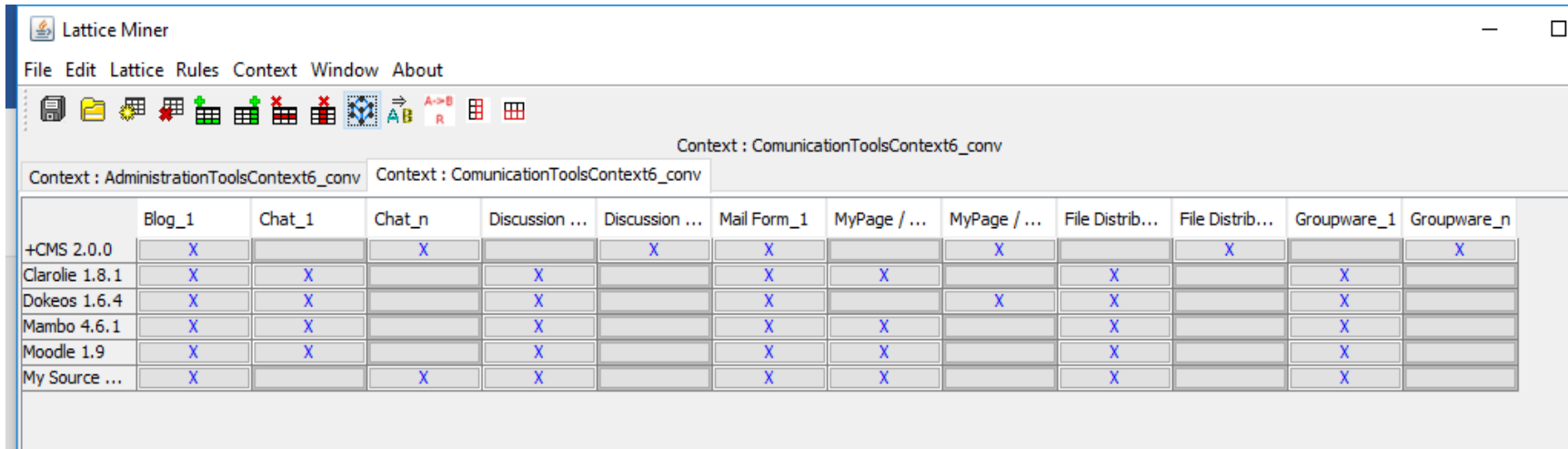
4.3.2.2. Subcategoría herramientas de comunicación

Las herramientas de comunicación están definidas por las siguientes características: Blog, Chat, Discussion Forum, Mail Form, MyPage/Dashboard, File Distribution y Groupware.

En la **Figura 16**, se presenta el contexto extendido, con todos los atributos para cada plataforma de aprendizaje.

Figura 16

Contexto extendido para todas las plataformas. Subcategoría: herramientas de comunicación



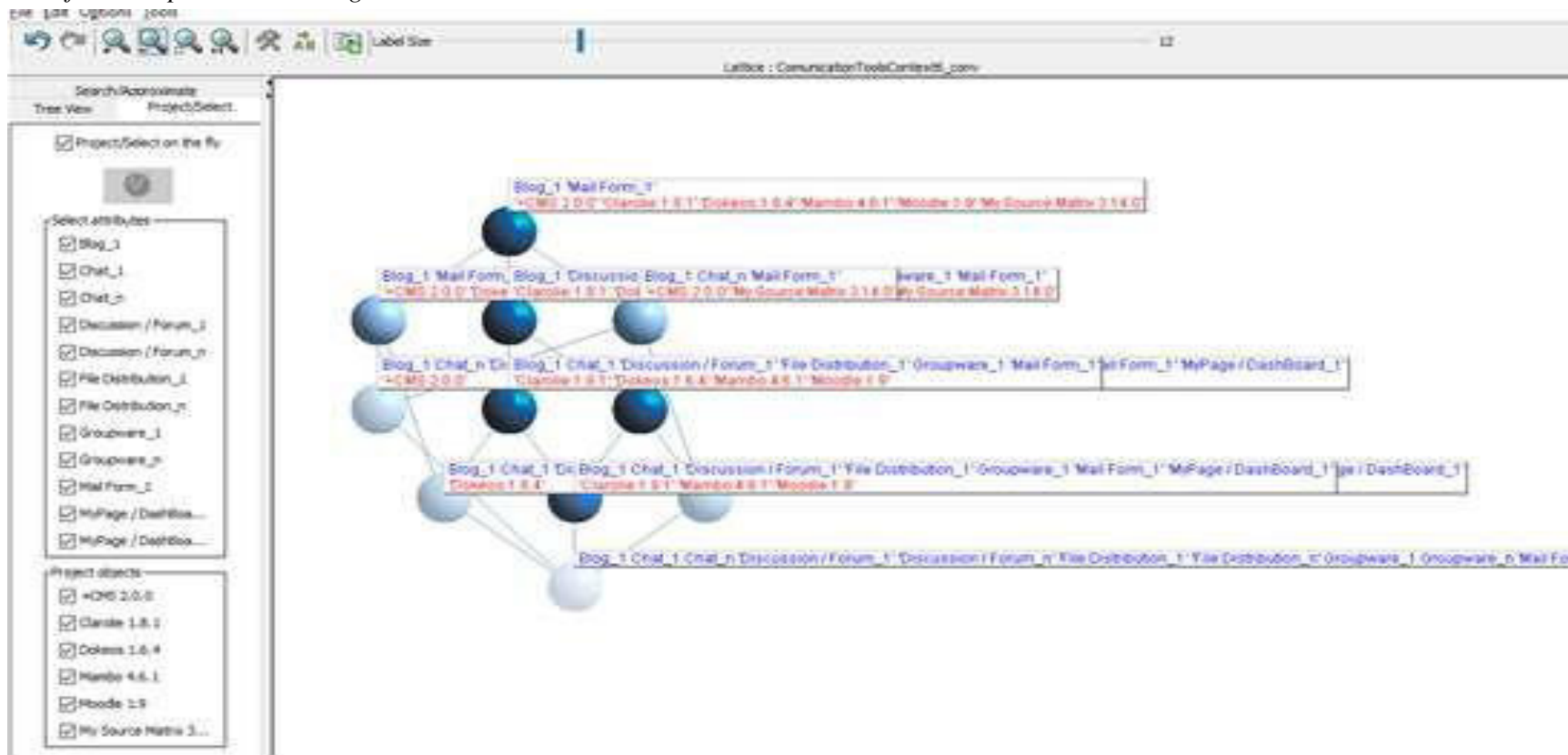
Context : CommunicationToolsContext6_conv

	Blog_1	Chat_1	Chat_n	Discussion ...	Discussion ...	Mail Form_1	MyPage / ...	MyPage / ...	File Distrib...	File Distrib...	Groupware_1	Groupware_n
+CMS 2.0.0	X		X		X	X		X		X		X
Clarolie 1.8.1	X	X		X		X	X		X		X	
Dokeos 1.6.4	X	X		X		X		X	X		X	
Mambo 4.6.1	X	X		X		X	X		X		X	
Moodle 1.9	X	X		X		X	X		X		X	
My Source ...	X		X	X		X	X		X		X	

En la **Figura 17**, se presenta un diagrama con las plataformas que tienen las características de herramientas de comunicación. Se puede observar que tres plataformas Claroline, Mambo y Moodle tienen todas las características. La **Figura 18** muestra la misma gráfica, pero en %.

Figura 17

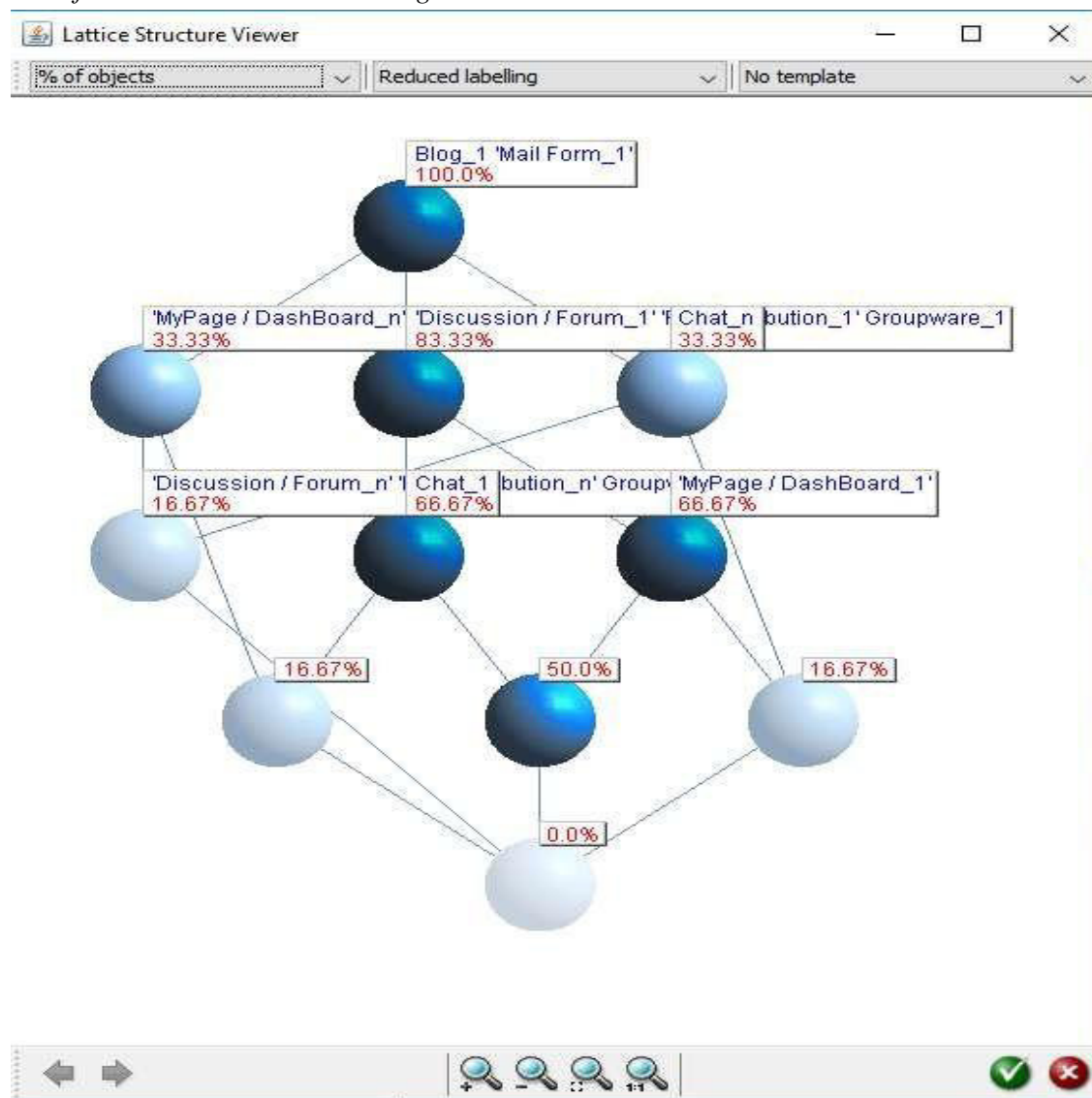
Clasificación para la subcategoría herramientas de comunicación



En la **Figura 18**, se presenta la clasificación para la subcategoría herramientas de comunicación donde 3 plataformas es decir el 50% tienen todas las características de la subcategoría herramientas de comunicación.

Figura 18

Clasificación en % de la subcategoría herramientas de comunicación



4.3.2.3. Subcategoría herramienta de distribución de cursos

Esta subcategoría considera las siguientes características: gestión de documentos, calendario de eventos, gestión de eventos, gestión FAQ, hoja informativa, gestión de producto, seguimiento de proyectos, motor de búsqueda, pruebas/cuestionarios, seguimiento del tiempo, contribución de usuarios y gestión de enlace.

La **Figura 19**, presenta el contexto extendido con todos los valores de atributos para cada plataforma de aprendizaje para la subcategoría herramientas de distribución de cursos.

Figura 19

Contexto extendido con todas las plataformas y los valores de sus características. Subcategoría herramientas de distribución de cursos

Lattice Miner

File Edit Lattice Rules Context Window About

Context : CourseDeliveryToolsContext6_conv

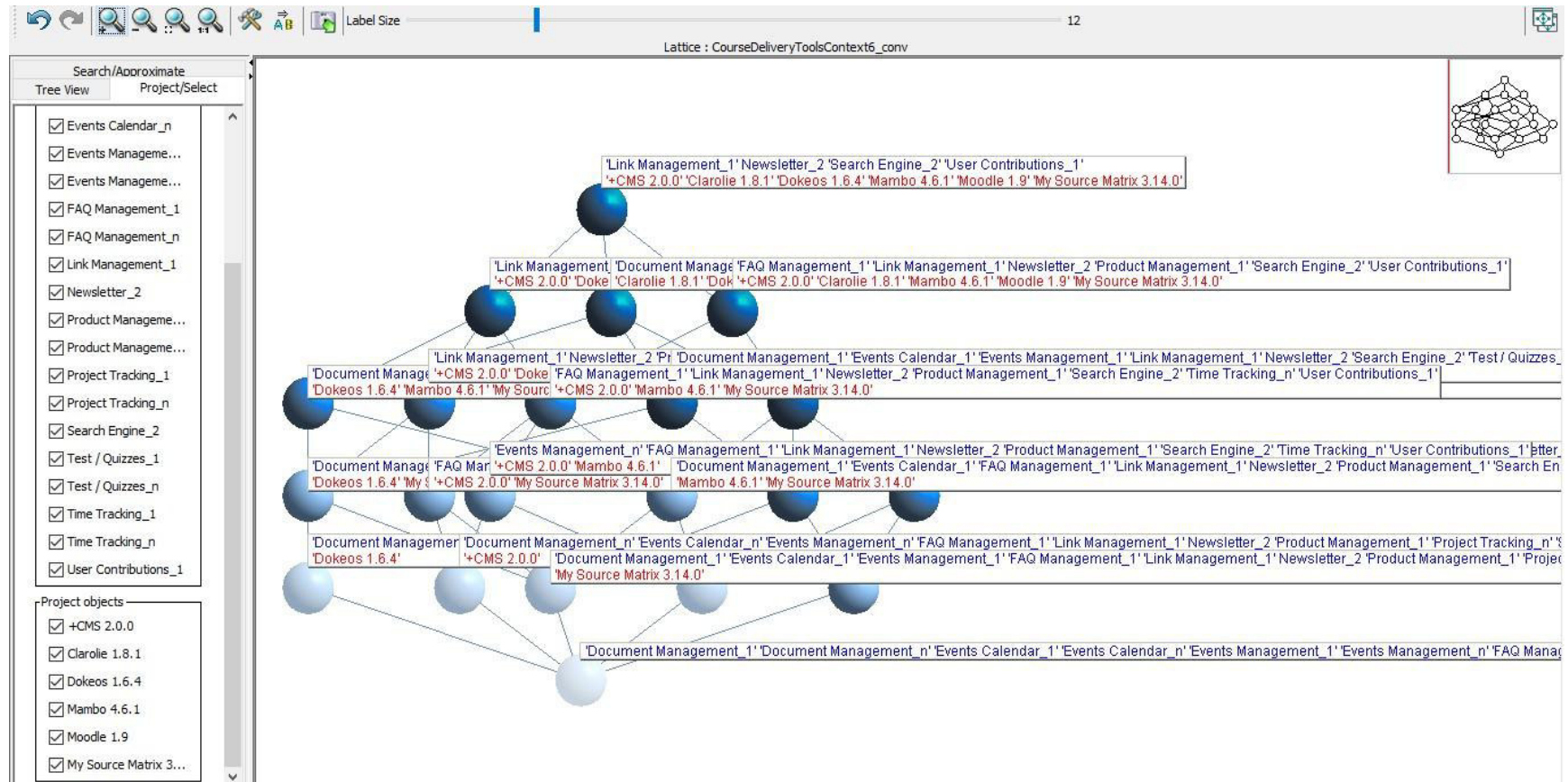
Context : AdministrationToolsContext6_conv Context : CommunicationToolsContext6_conv Context : ContentDevelopmentContext6_conv Context : CourseDeliveryToolsContext6_conv

	Document ...	Document ...	Events Cal...	Events Cal...	Events Ma...	Events Ma...	FAQ Mana...	FAQ Mana...	Newsletter_2	Product M...	Product M...	Project Tra...	Project Tra...	Search En...	Test / Quiz...	Test / Quiz...	Time Tracki
+CMS 2.0.0		X		X		X	X		X	X		X	X	X	X		
Clarolie 1.8.1	X		X		X		X		X	X		X		X	X		X
Dokeos 1.6.4	X		X		X			X	X		X	X		X	X		
Vambo 4.6.1	X		X			X	X		X	X		X		X	X		
Moodle 1.9	X		X		X		X		X	X		X		X	X		X
My Source ...	X		X		X		X		X	X		X		X	X		

La **Figura 20**, presenta un diagrama con las plataformas que tienen las características de herramienta de distribución de cursos. Al observar todas las plataformas tienen cuatro características y dos plataformas tienen todas las características.

Figura 20

Clasificación para la subcategoría: herramientas de distribución de curso



En la **Figura 21**, se puede ver la misma grafica anterior pero expresado en porcentaje por ejemplo 100% significa que todas las plataformas cuentan con cuatro características, en cambio dos plataformas es decir el 33.33% presentan todas las características.

Figura 21

Clasificación en % para la subcategoría herramientas de distribución de cursos



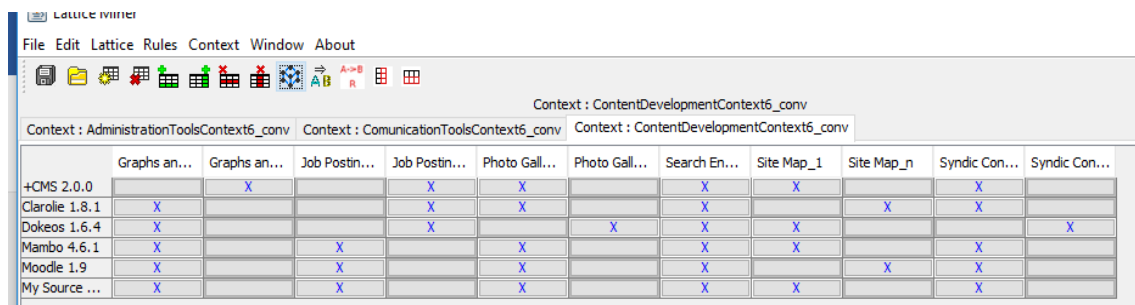
4.3.2.4. Subcategoría desarrollo de contenidos

Esta subcategoría desarrollo de contenidos este compuesto por las siguientes características: Gráficos y tablas, ofertas de trabajo, galería de fotos, motor de búsqueda, Mapa de sitio y sindicación de contenidos RSS.

En la **Figura 22**, se presenta el contexto extendido con todos los valores de los atributos para cada plataforma de aprendizaje para la subcategoría desarrollo de contenidos.

Figura 22

Contexto extendido de las plataformas y valores de sus características. Subcategoría: Desarrollo de contenidos



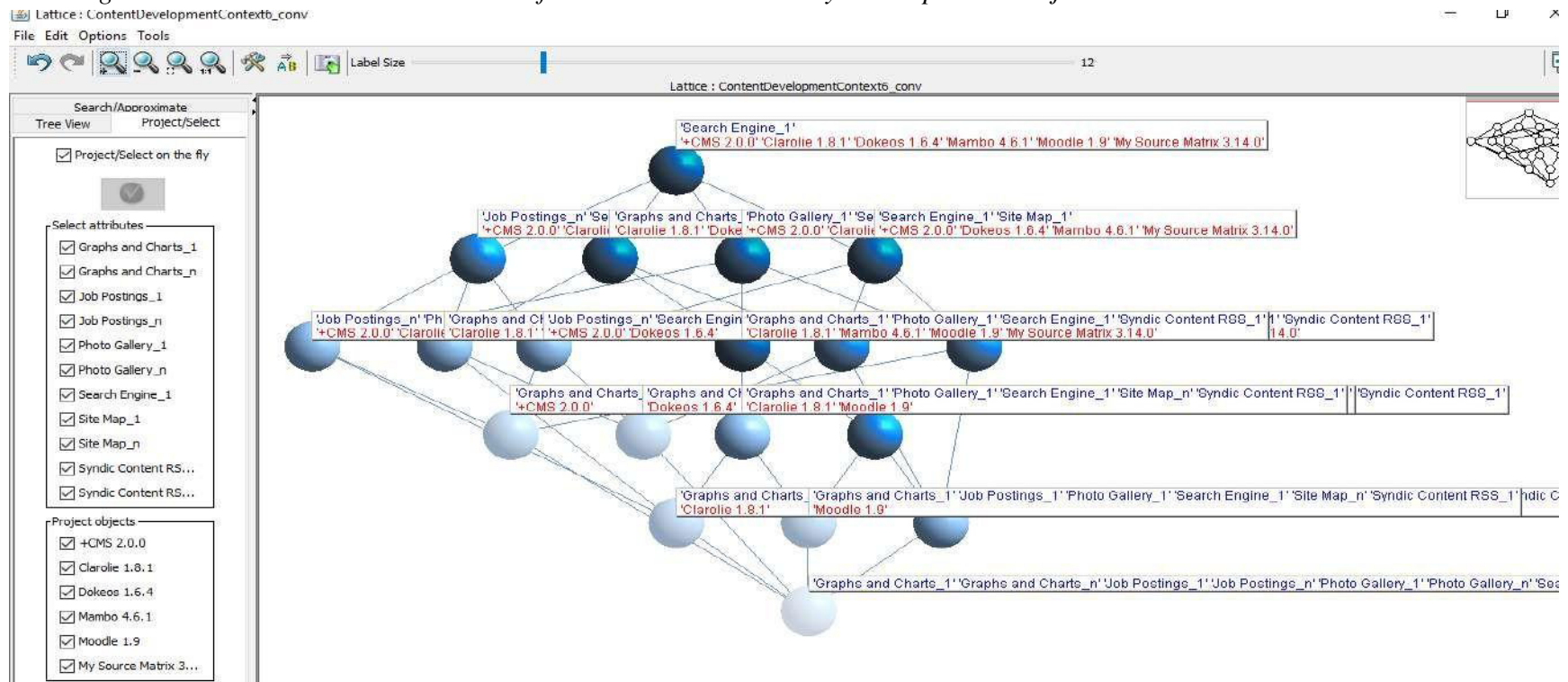
The screenshot shows a software window titled 'Lattice vinner' with a menu bar (File, Edit, Lattice, Rules, Context, Window, About) and a toolbar. Below the toolbar, there are three tabs: 'Context : AdministrationToolsContext6_conv', 'Context : CommunicationToolsContext6_conv', and 'Context : ContentDevelopmentContext6_conv'. The active tab is 'Context : ContentDevelopmentContext6_conv'. The table below lists various platforms and their characteristics.

	Graphs an...	Graphs an...	Job Postin...	Job Postin...	Photo Gall...	Photo Gall...	Search En...	Site Map_1	Site Map_n	Syndic Con...	Syndic Con...
+CMS 2.0.0		X		X	X		X	X		X	
Clarolie 1.8.1	X			X	X		X		X	X	
Dokeos 1.6.4	X			X		X	X	X			X
Mambo 4.6.1	X		X		X		X	X		X	
Moodle 1.9	X		X		X		X		X	X	
My Source ...	X		X		X		X	X		X	

En la **Figura 23**, se presenta la clasificación para la subcategoría desarrollo de contenidos donde podemos observar que el atributo Engine-1 está en todas las plataformas y seis atributos está en dos plataformas: Mambo y Moodle.

Figura 23

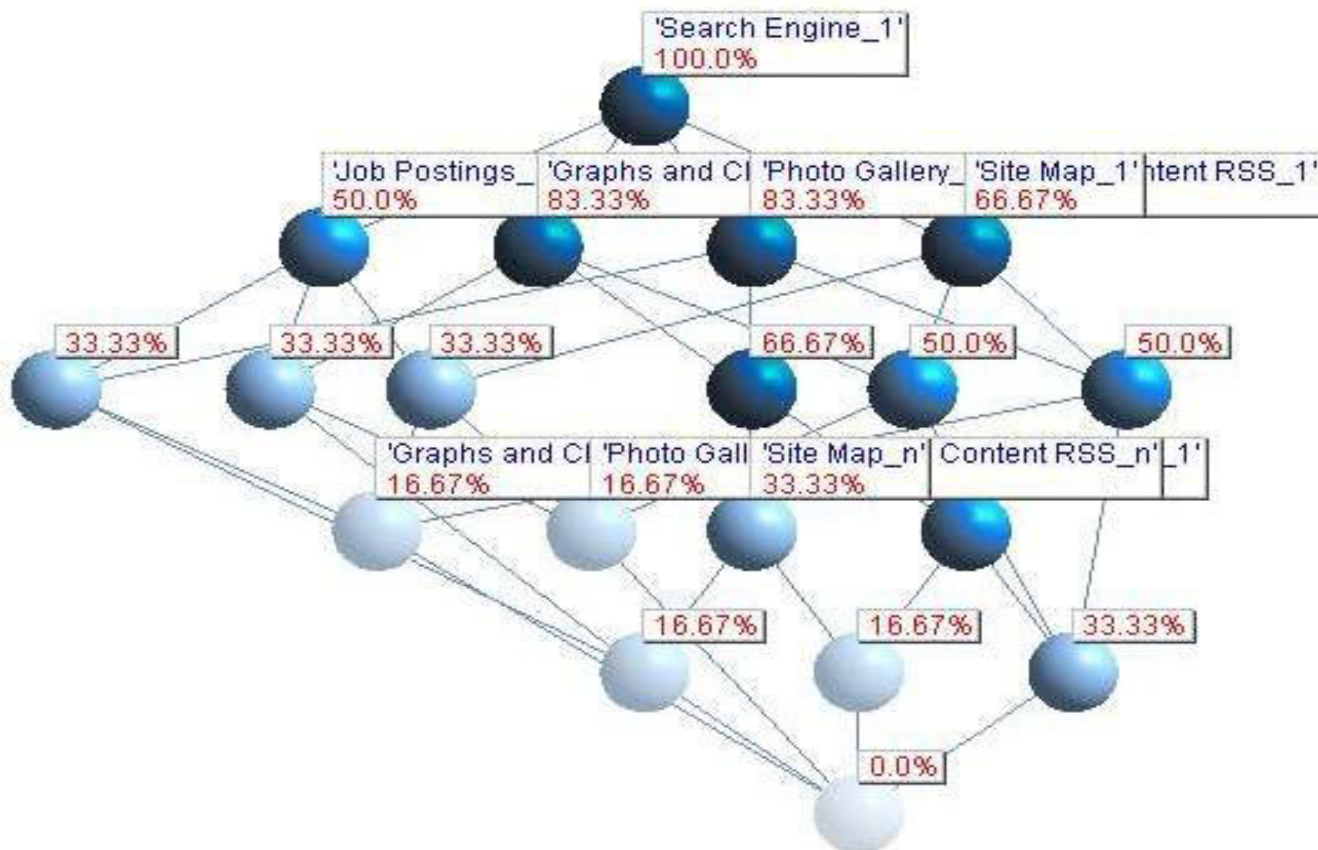
Subcategoría: desarrollo de contenidos. Clasificación de los atributos y sus respectivos objetos



En la **Figura 24**, se representa la gráfica de la **Figura 23** pero en porcentaje. Por ejemplo, el atributo searchEngine-1 está en todas las plataformas (100%) y los otros atributos están en otros porcentajes de las plataformas.

Figura 24

Clasificación en % de la subcategoría desarrollo de contenidos



4.3.3. Categoría usabilidad

4.3.3.1. Subcategoría facilidad de uso

La subcategoría facilidad de uso consta de 15 características que son las siguientes: asaltar y soltar contenido, discusión en correo electrónico, tamaño de imagen, lenguaje macro, carga masiva, idioma de la página del servidor, configuración de sitio, corrector ortográfico, asistente de estilo, suscripciones, idioma de plantilla, niveles de interfaz de usuario, Undo, WYSIWYG Editor (interface de usuario) y archivos zipeados

En la **Figura 25**, presenta el contexto extendido, con todos los valores de los atributos para cada plataforma en la subcategoría facilidad de uso.

Figura 25

Contexto extendido de las plataformas y valores de sus características. Subcategoría facilidad de uso

Lattice Miner

File Edit Lattice Rules Context Window About

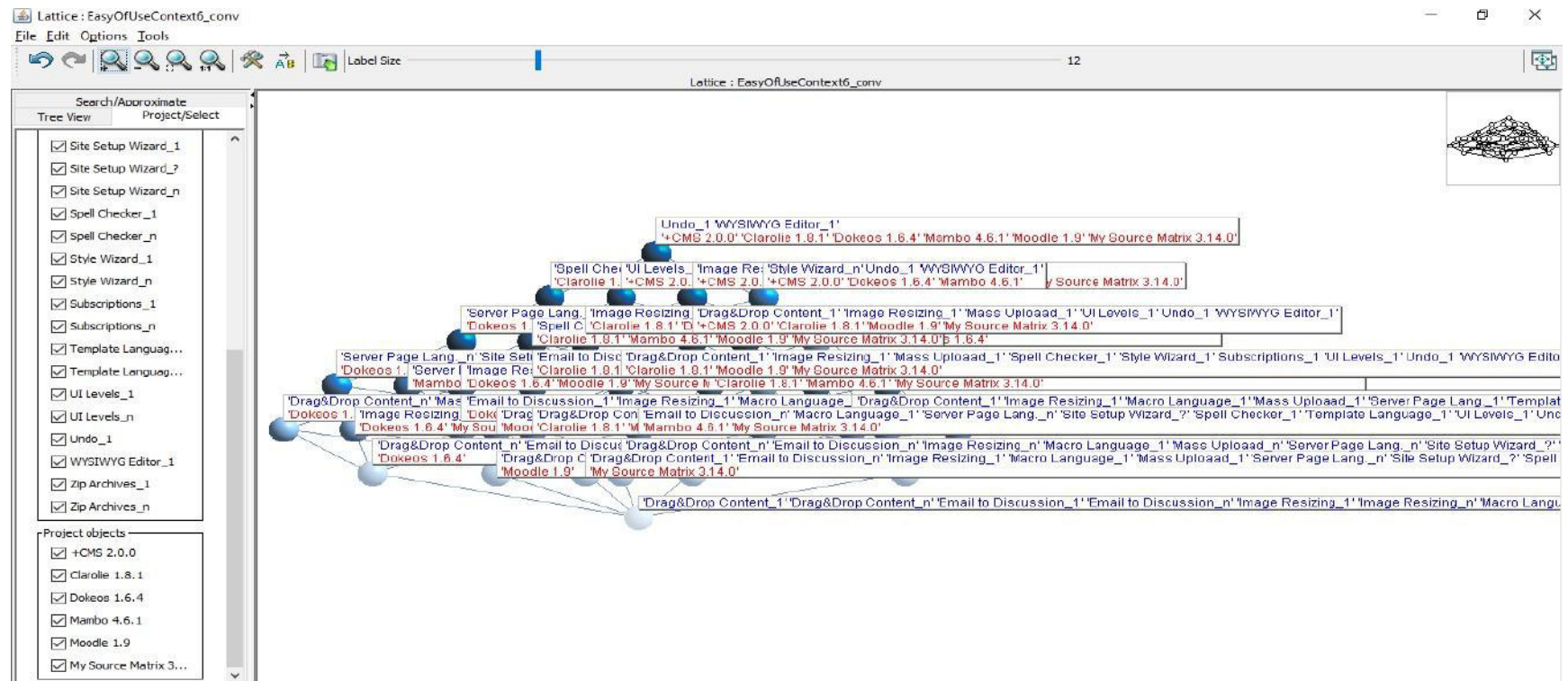
Context : EasyOfUseContext6_conv

	Email to Di...	Image Resi...	Image Resi...	Macro Lan...	Macro Lan...	Mass Uplo...	Mass Uplo...	Server Pag...	Server Pag...	Site Setup ...	Site Setup ...	Site Setup ...	Spell Chec...	Spell Chec...	Style Wiza...	Style Wiza...	Subscriptio...
+CMS 2.0.0	X	X		X		X		X				X		X		X	
Clarolie 1.8.1		X		X		X		X		X			X		X		X
Dokeos 1.6.4		X			X		X		X		X		X			X	X
Mambo 4.6.1	X		X	X			X		X		X		X			X	
Moodle 1.9		X			X	X			X			X	X		X		X
My Source ...	X	X		X		X			X		X		X		X		X

En la **Figura 26**, se presenta un diagrama con las plataformas que tienen sus atributos. Por ejemplo, todas las plataformas de la figura tienen dos atributos que son: Undo-1 y WYSIWYG Editor-1. En el otro extremo ninguna plataforma tiene todos los atributos.

Figura 26

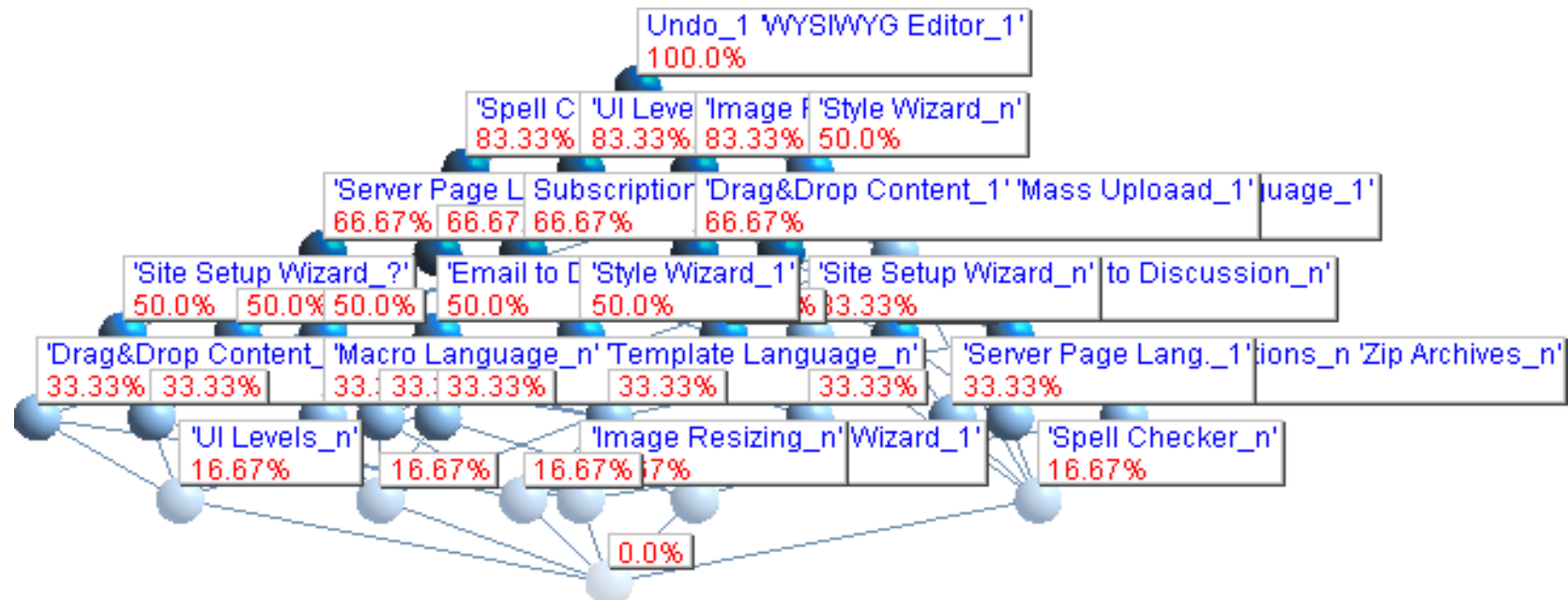
Clasificación para la subcategoría facilidad de uso



En la **Figura 27**, se presenta la clasificación para la subcategoría facilidad de uso en el que 100% representa que todas las plataformas tienen dos atributos Undo-1 y WYSIWYG-1 y 0 % significa de que ninguna de las plataformas tienen los 15 atributos de manera común.

Figura 27

Clasificación en % para la subcategoría: facilidad de uso

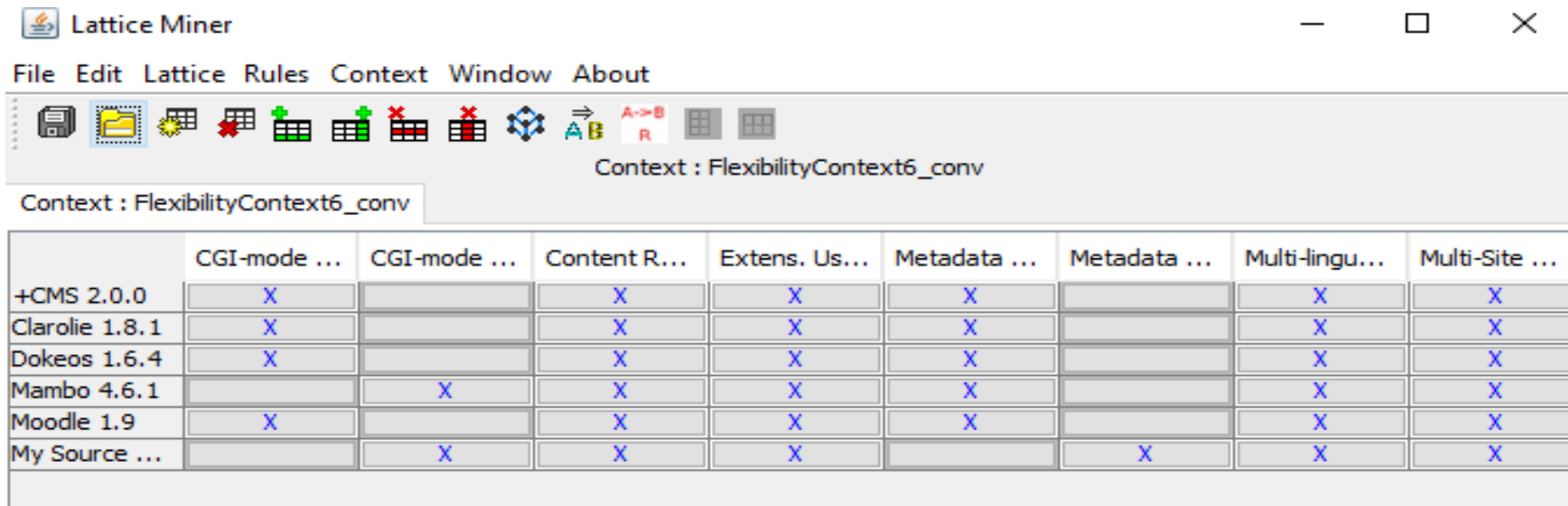


4.3.3.2. Subcategoría flexibilidad

La subcategoría flexibilidad consta de 6 atributos para todas las plataformas, dichos atributos son: modo de soporte CGI, reutilización de contenidos, extensión de perfil de usuario, soporte de metadatos, contenido multilinguaje, Implementación de sitios múltiples. En la **Figura 28**, se presenta el contexto extendido con todos sus atributos para cada una de las plataformas.

Figura 28

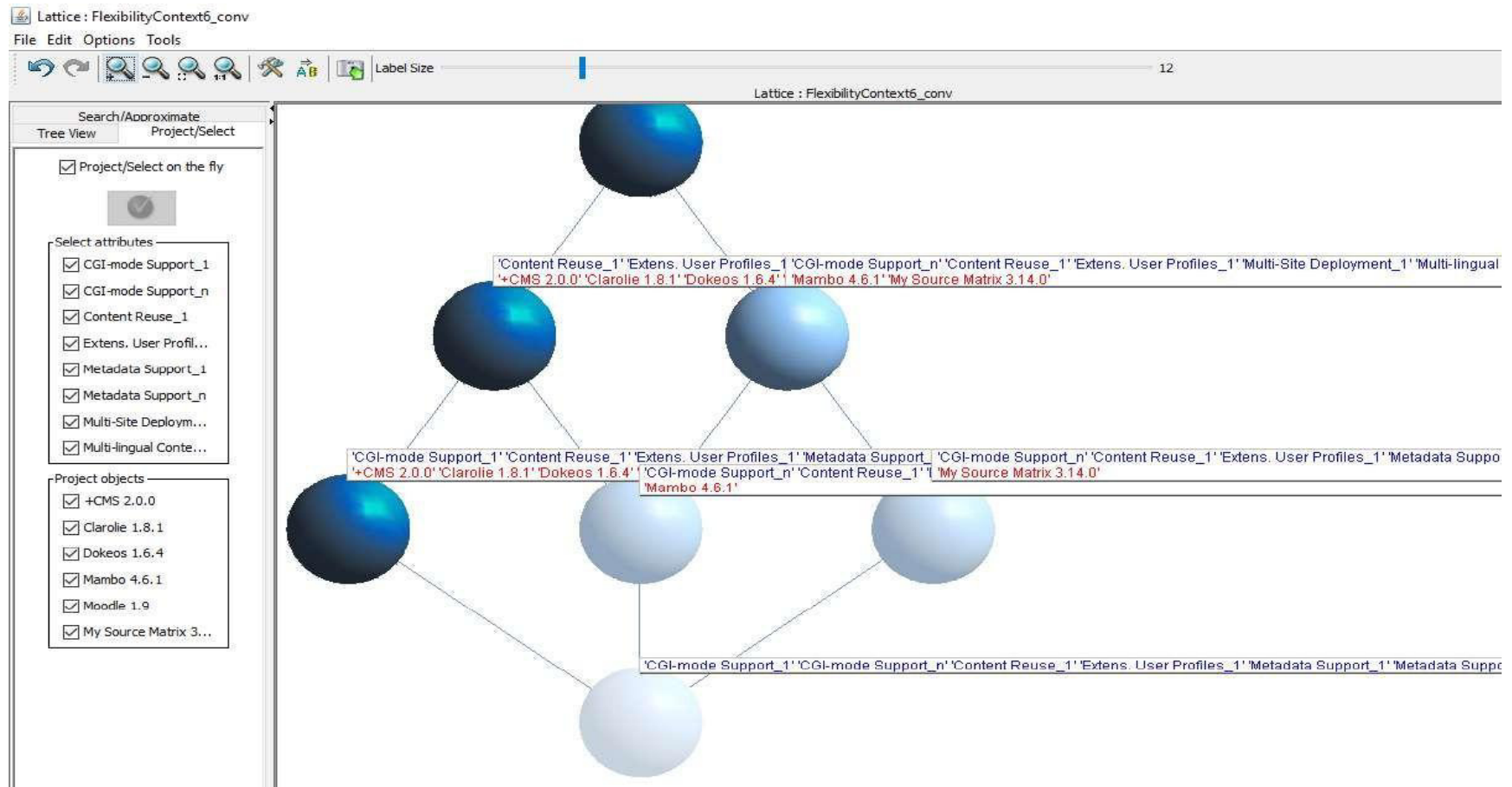
Contexto extendido con todas las plataformas y sus valores. subcategoría: flexibilidad



The screenshot shows the Lattice Miner application window. The title bar reads "Lattice Miner". The menu bar includes "File", "Edit", "Lattice", "Rules", "Context", "Window", and "About". The toolbar contains various icons for file operations and rule management. The main area displays the context "FlexibilityContext6_conv" and a table of platform attributes.

	CGI-mode ...	CGI-mode ...	Content R...	Extens. Us...	Metadata ...	Metadata ...	Multi-lingu...	Multi-Site ...
+CMS 2.0.0	X		X	X	X		X	X
Clarolie 1.8.1	X		X	X	X		X	X
Dokeos 1.6.4	X		X	X	X		X	X
Mambo 4.6.1		X	X	X	X		X	X
Moodle 1.9	X		X	X	X		X	X
My Source ...		X	X	X		X	X	X

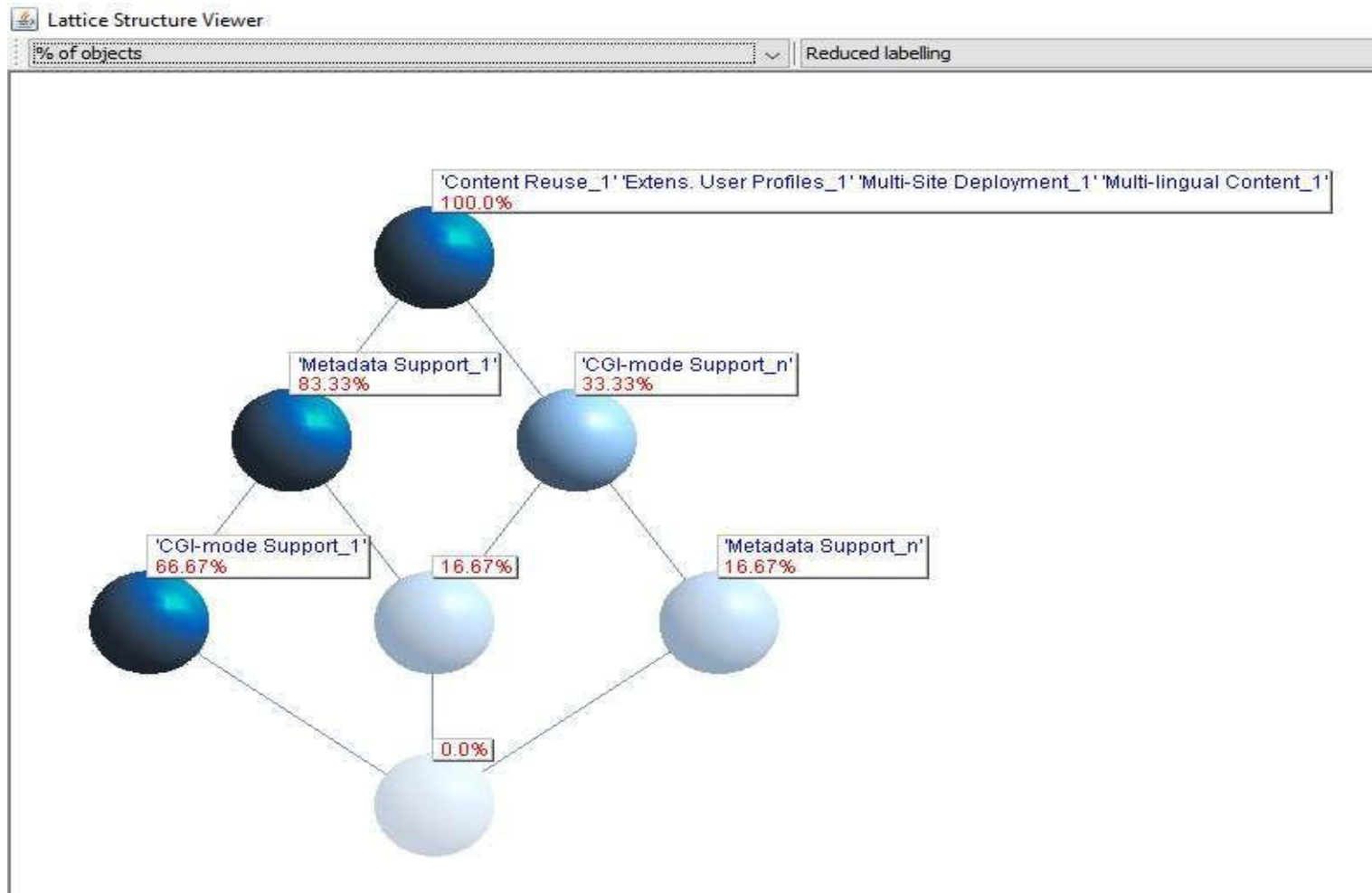
En la **Figura 29**, se presenta un diagrama con todas las plataformas con sus respectivos atributos. Podemos ver en la figura que todas las plataformas cumplen con casi todos los atributos.

Figura 29*Clasificación de la subcategoría: flexibilidad*

En la **Figura 30**, es la misma representación que la **Figura 31** pero expresado en porcentaje. Por ejemplo 100% significa que todas las plataformas cumplen casi con todos los atributos.

Figura 30

Clasificación en % para la subcategoría flexibilidad



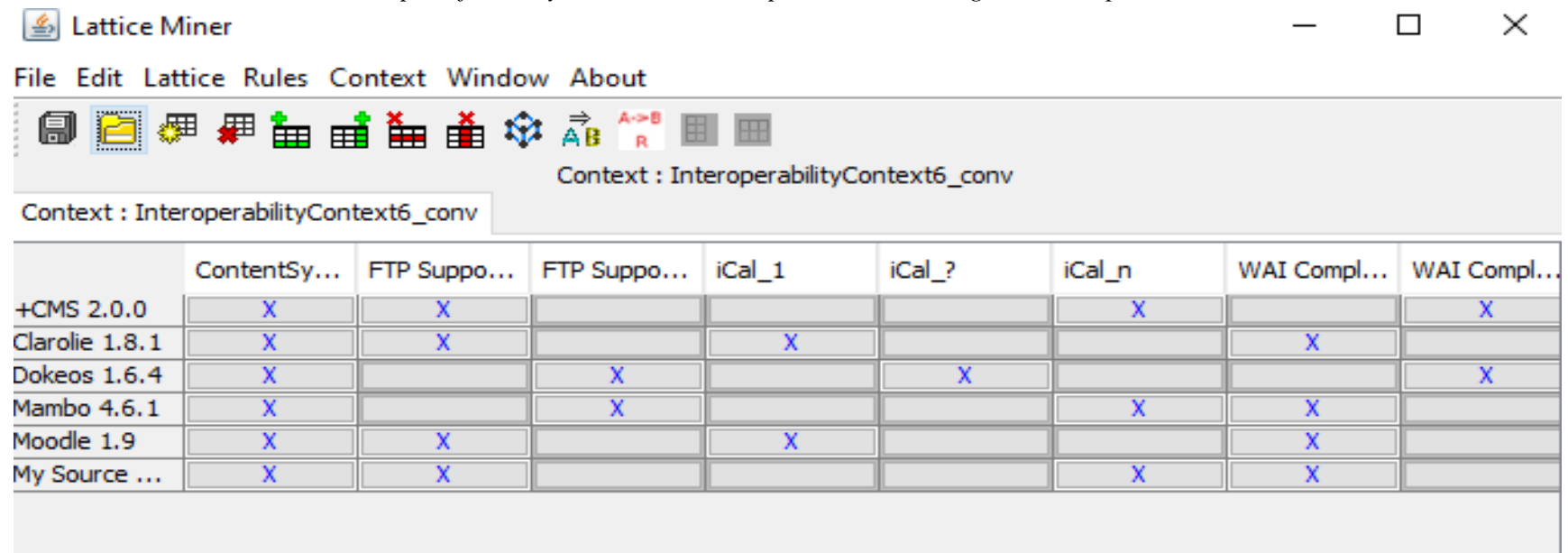
4.3.3.3. Subcategoría interoperabilidad

Esta subcategoría de interoperabilidad consta de siete atributos que son los siguientes: sindicación de contenidos RSS, soporte de archivos FTP, iCal (calendario de actividades), WAI compliant, WebDav Support, XHTMLCompliant, (Compatible con HTML) y InstrStándar Compliant.

En la **Figura 31**, se presenta el contexto extendido con todas las plataformas y los valores de sus características de la subcategoría Interoperabilidad.

Figura 31

Contexto extendido con todas las plataformas y todos los valores posibles. Subcategoría interoperabilidad



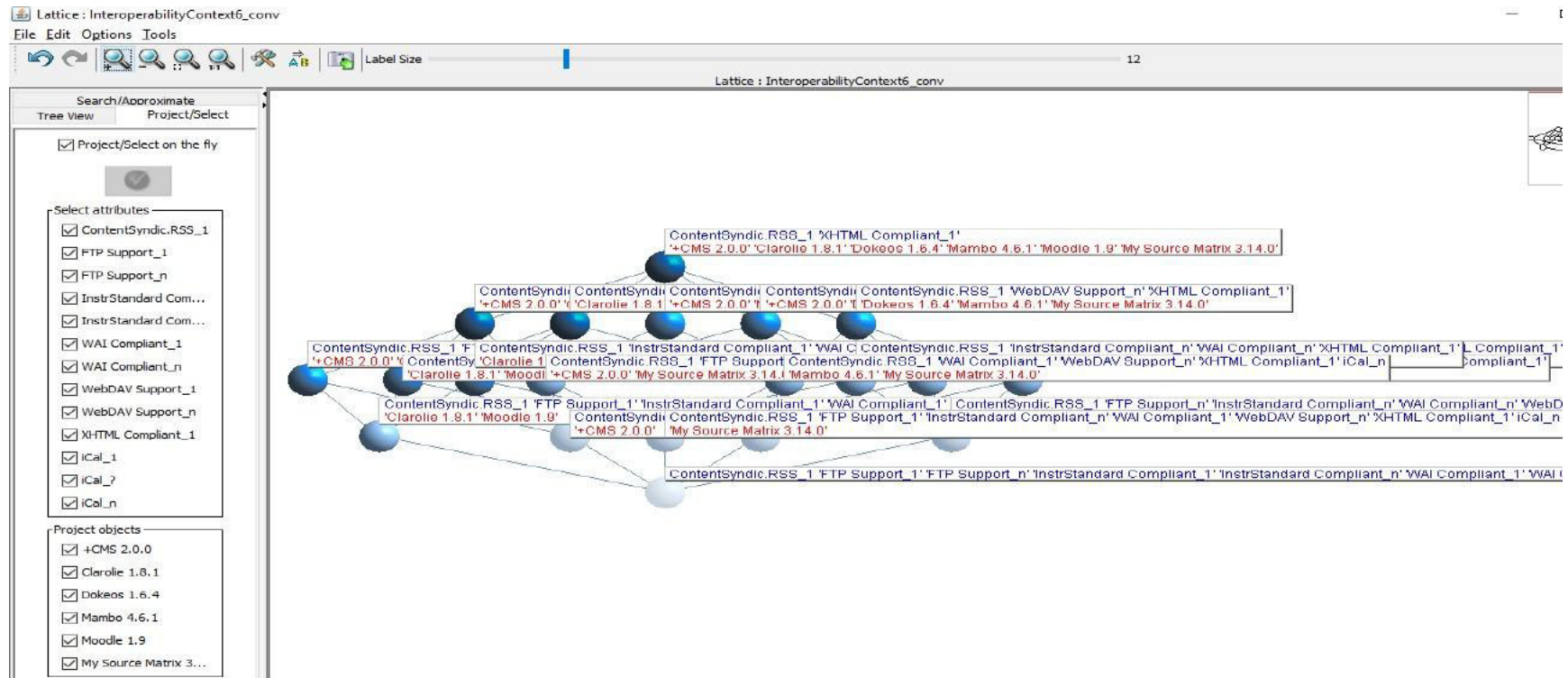
Context : InteroperabilityContext6_conv

	ContentSy...	FTP Suppo...	FTP Suppo...	iCal_1	iCal_?	iCal_n	WAI Compl...	WAI Compl...
+CMS 2.0.0	X	X				X		X
Clarolie 1.8.1	X	X		X			X	
Dokeos 1.6.4	X		X		X			X
Mambo 4.6.1	X		X			X	X	
Moodle 1.9	X	X		X			X	
My Source ...	X	X				X	X	

En la **Figura 32**, se presenta la clasificación para subcategoría Interoperabilidad. Se puede ver que los atributos Content Syndic. RSS-1 y XHTML Compliant-1 están contenidas en todas las plataformas

Figura 32

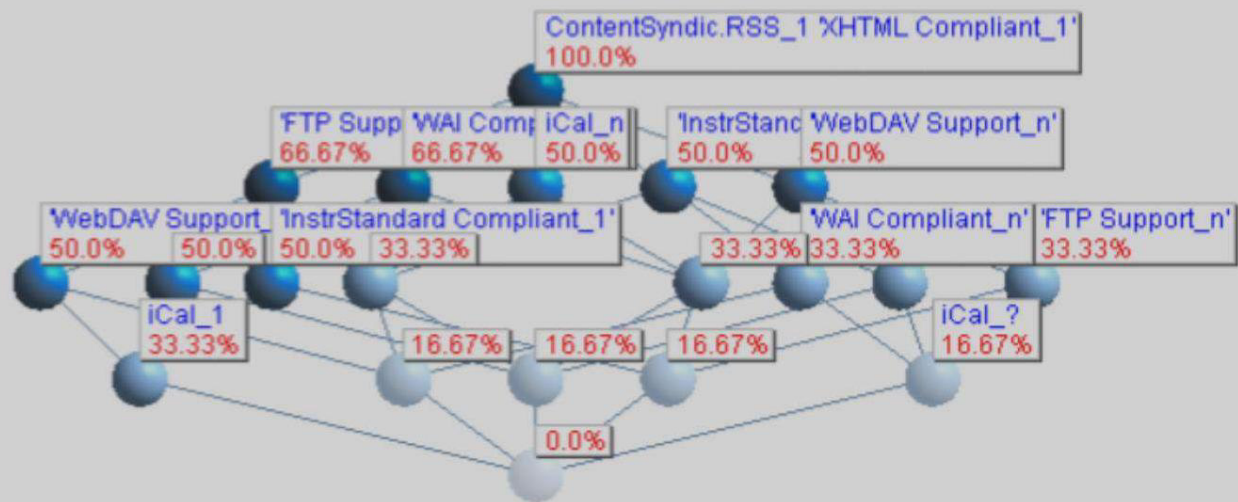
Clasificación para la subcategoría Interoperabilidad



En la **Figura 33**, se presenta la clasificación en porcentaje para la subcategoría Interoperabilidad. En esta figura se ve que dos características como son: Content Syndic. RSS-1 y XHTML Compliant-1 están en todas las plataformas (100%).

Figura 33

Clasificación en % para la subcategoría Interoperabilidad



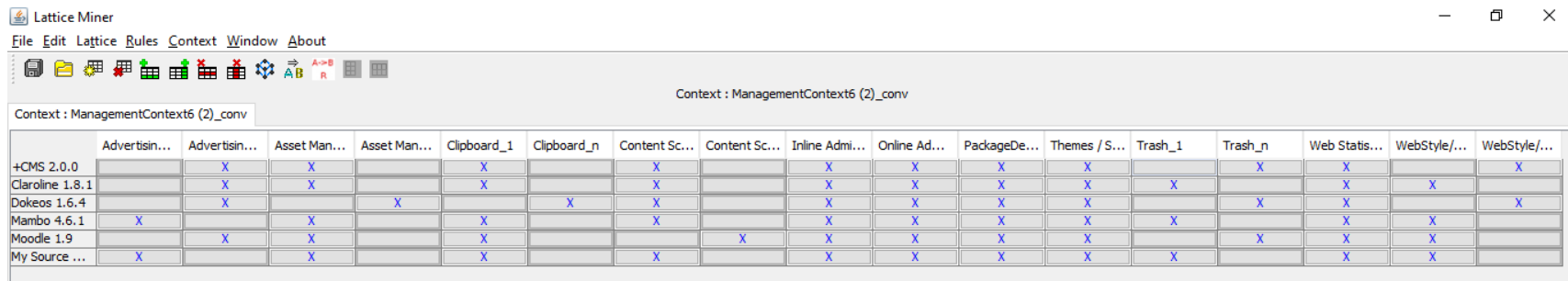
4.3.3.4. Subcategoría gestión

Esta subcategoría de gestión está definida por los siguientes atributos: Gestión de publicidad, gestión de activos, portapapeles, programación de contenidos, administración en línea, administración online, despliegue de paquetes, temas / pieles, basura, estadísticas web, estilo Web/plantilla.

En la **Figura 34**, se presenta el contexto extendido de todas las plataformas y sus valores de sus características en la subcategoría Gestión.

Figura 34

Contexto extendido con todas las plataformas de enseñanza y valores de sus características. Subcategoría: Gestión



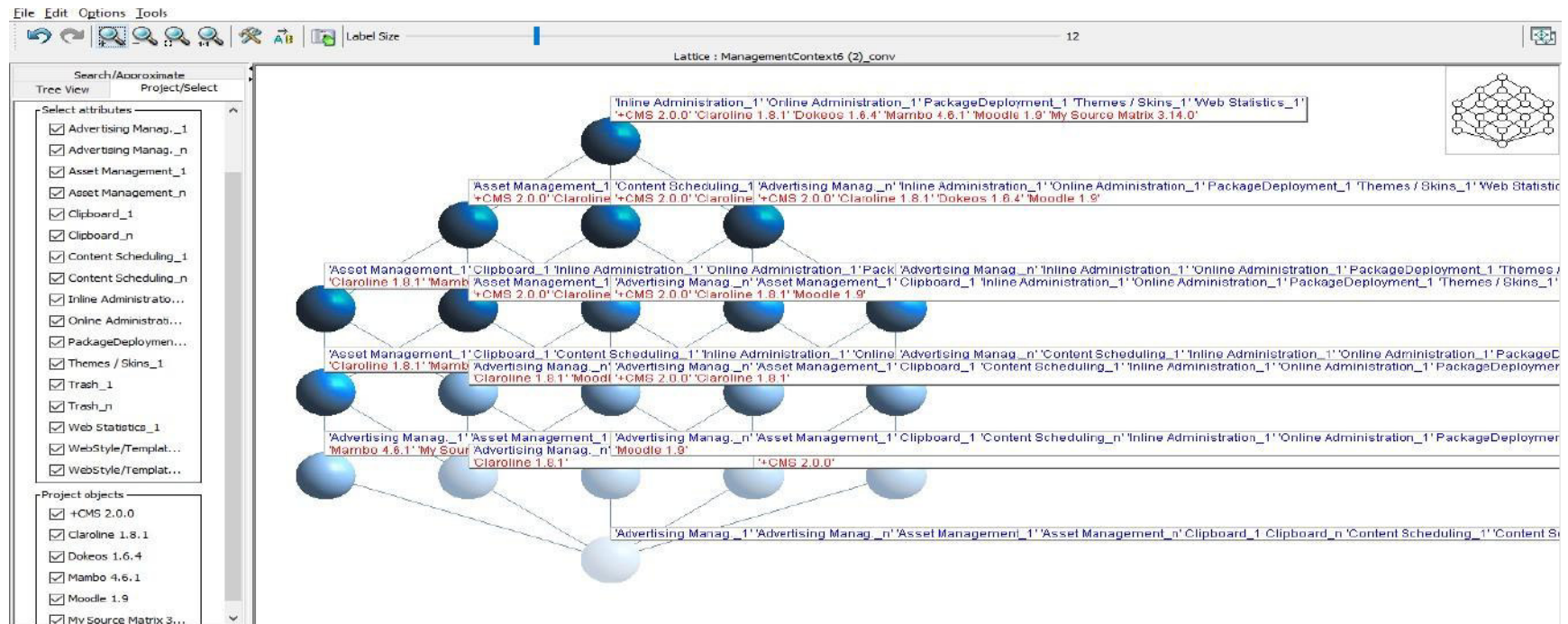
Context : ManagementContext6 (2)_conv

	Advertisin...	Advertisin...	Asset Man...	Asset Man...	Clipboard_1	Clipboard_n	Content Sc...	Content Sc...	Inline Admi...	Online Ad...	PackageDe...	Themes / S...	Trash_1	Trash_n	Web Statis...	WebStyle/...	WebStyle/...
+CMS 2.0.0		X	X		X		X		X	X	X	X		X	X		X
Claroline 1.8.1		X	X		X		X		X	X	X	X	X		X	X	
Dokeos 1.6.4		X		X		X	X		X	X	X	X		X			X
Mambo 4.6.1	X		X		X		X		X	X	X	X	X		X	X	
Moodle 1.9		X	X		X			X	X	X	X	X		X	X	X	
My Source ...	X		X		X		X		X	X	X	X	X		X	X	

En la **Figura 35**, se presenta la clasificación para la subcategoría gestión. En esta grafica se muestra que solamente 5 características como son: administración en línea, administración online, despliegue de paquetes, temas / pieles, estadísticas web están en todas las plataformas y también se ve que ninguna plataforma contiene todas las características.

Figura 35

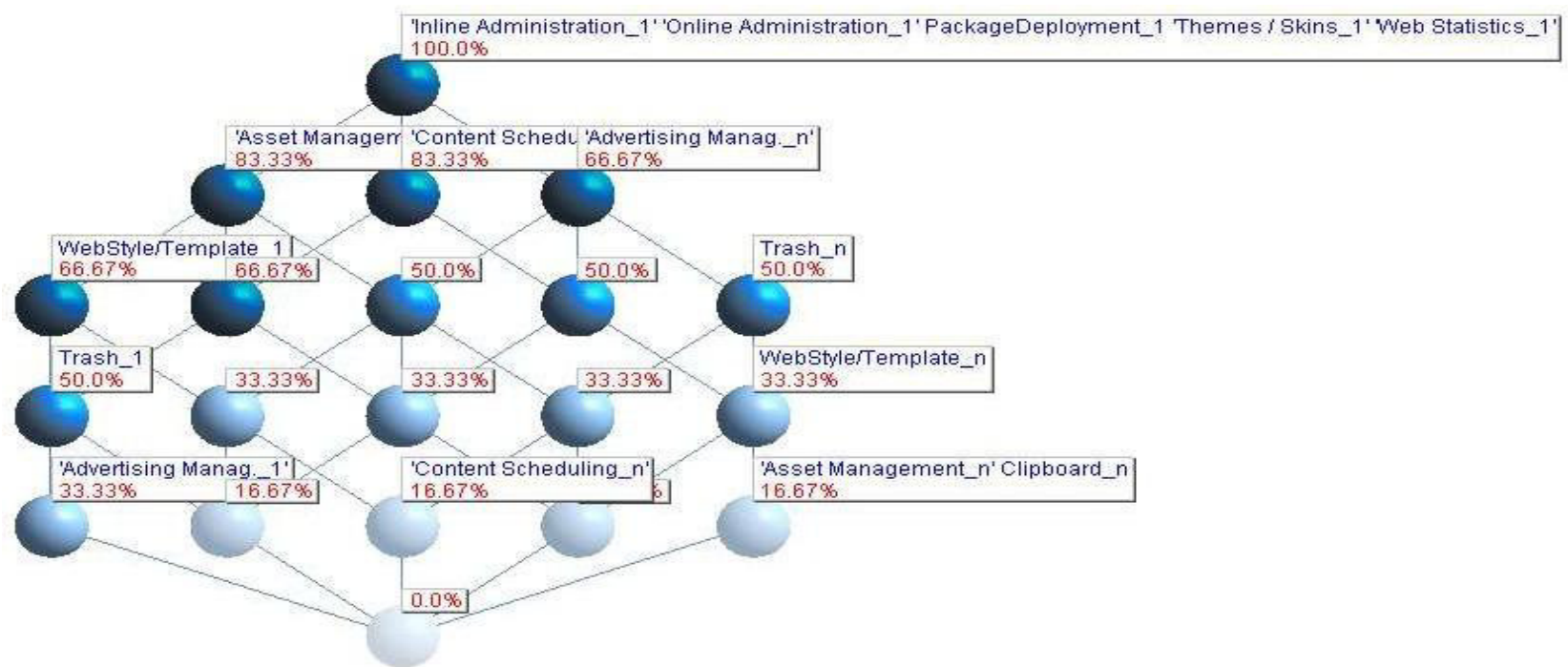
Clasificación para la subcategoría gestión



En la **Figura 36**, se presenta la clasificación en porcentaje. 100% significa que todas las plataformas contienen las 5 características. En cambio 0% significa que ninguna plataforma contiene todas las características.

Figura 36

Clasificación en % para la subcategoría gestión



4.3.3.5. Subcategoría performances.

Esta subcategoría pertenece a aspectos técnicos y consta de las siguientes características: Replicación de base de datos, equilibrio de carga, página de cache, exportación de contenido estático.

En la **Figura 37**, es el contexto extendido con todas las plataformas y todos sus valores de sus características de la subcategoría Performances.

Figura 37

Contexto extendido con todas las plataformas de enseñanza y valores de sus características. Subcategoría: Performances

Context : PerformancesContext_6_conv								
Context : PerformancesContext			Context : PerformancesContext_6			Context : PerformancesContext_6_conv		
	Database Replication_1	Database Replication_n	Load Balancing_1	Load Balancing_n	Page Caching_1	Page Caching_n	Static Content Export_1	Static Content Export_n
+CMS 2.0.0	X		X		X			X
Claroline 1.8.1		X		X	X			X
Dokeos 1.6.4		X		X		X	X	
Mambo 4.6.1		X		X	X			X
Moodle 1.9	X		X		X			X
My Source ...	X		X		X		X	

En la **Figura 38** y **Figura 39**, presenta un diagrama con las plataformas que tienen las características de Performances. 50% corresponden a las características data base replication-1 y load balancing. 83.3% a la característica page caching-1 y 33.3% a la característica static content export-1.

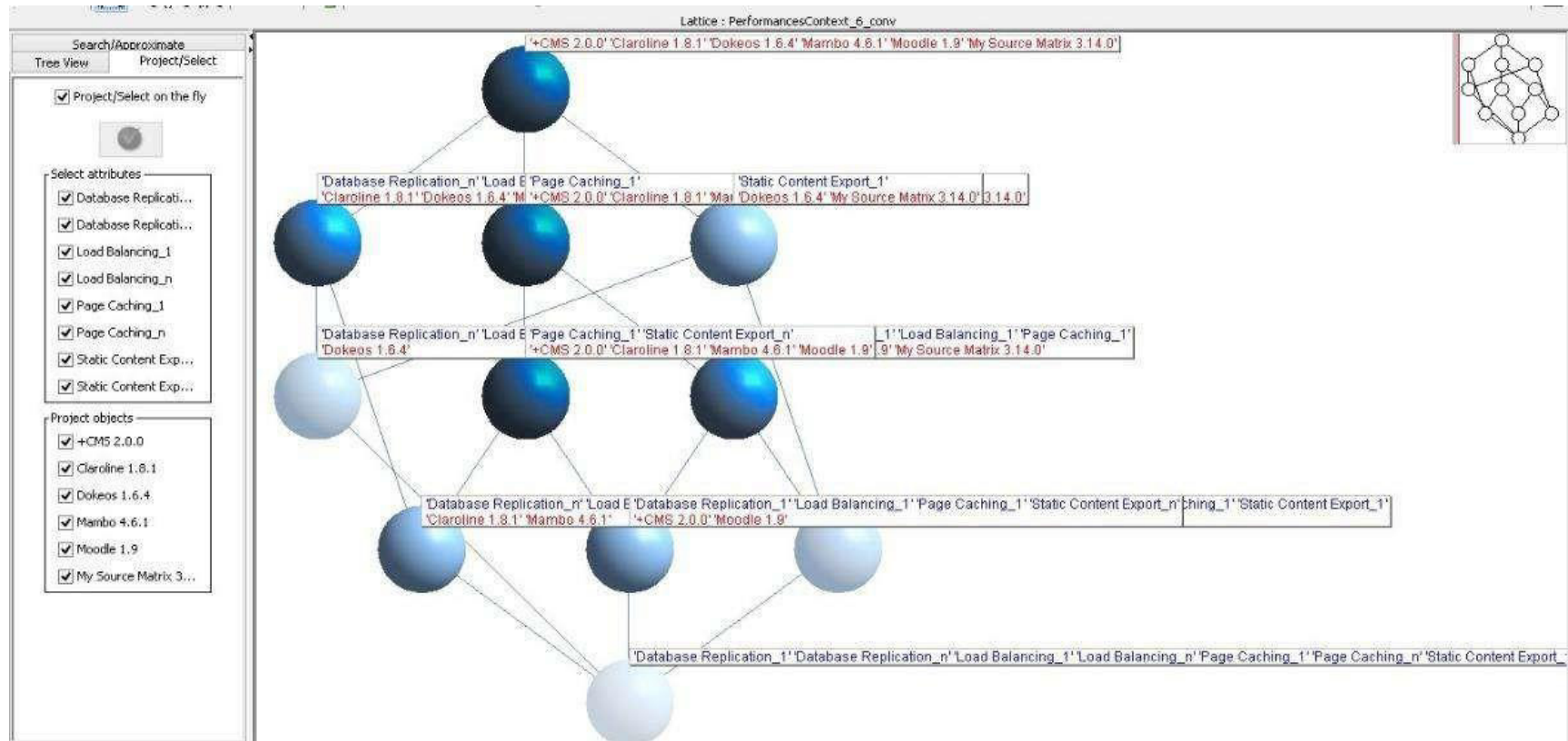
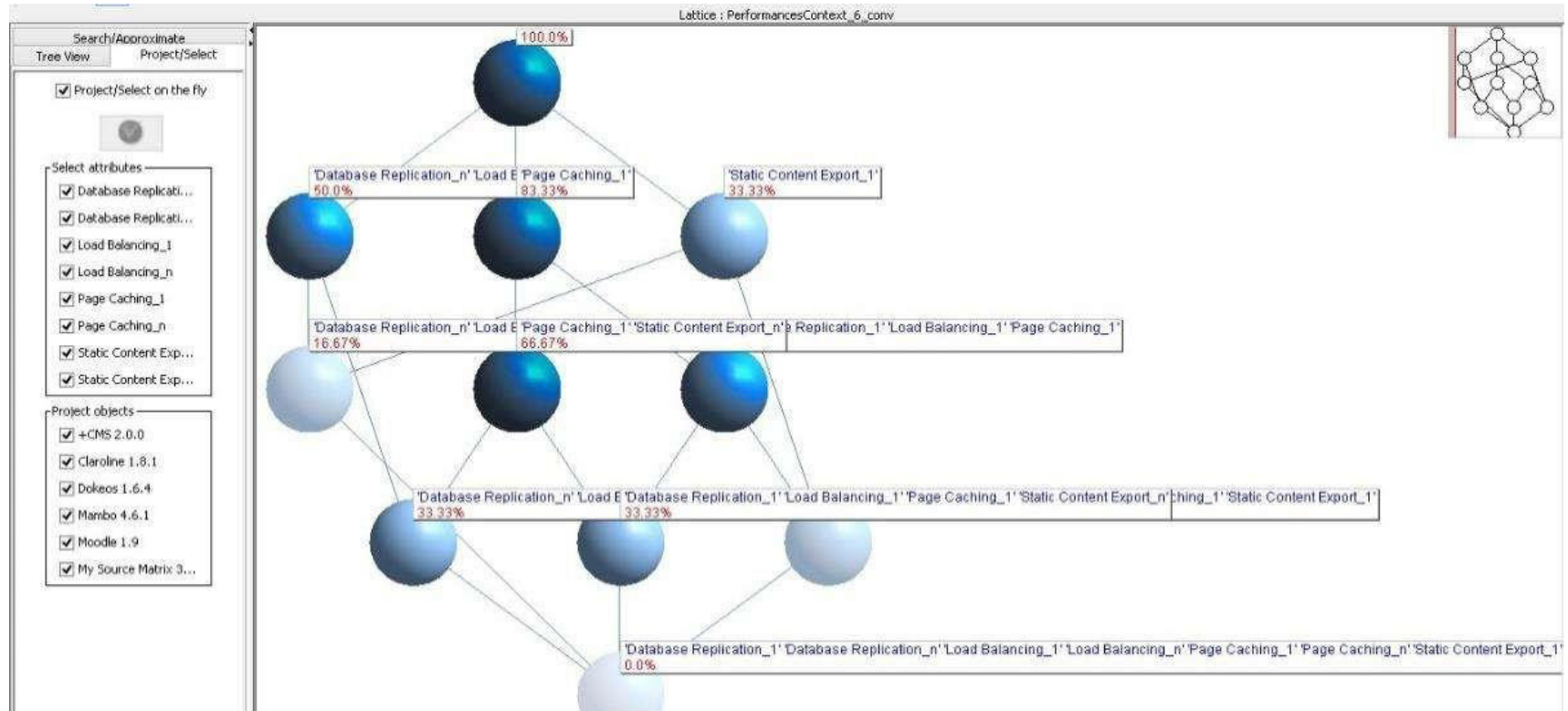
Figura 38*Clasificación de la subcategoría Performances*

Figura 39*Clasificación en % de la subcategoría Performances*

4.3.3.6. Subcategoría soporte.

Figura 40

Contexto extendido con todas las plataformas de enseñanza y valores de sus características. subcategoría: Soporte

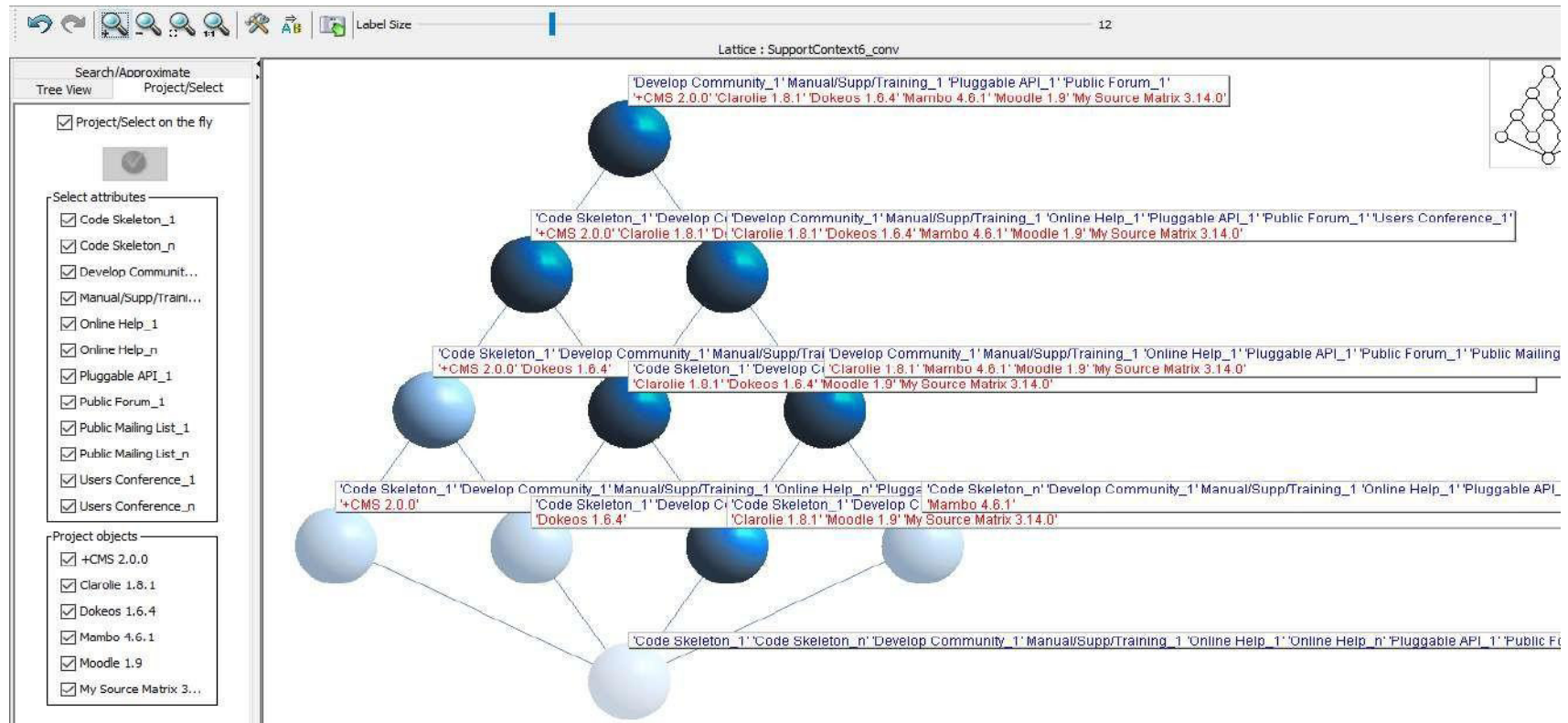
Lattice Miner

File Edit Lattice Rules Context Window About

Context : SupportContext6_conv

	Code Skele...	Code Skele...	Manual/Su...	Develop C...	Online Hel...	Online Hel...	Pluggable ...	Public Foru...	Public Maili...	Public Maili...	Users Conf...	Users Conf...
+CMS 2.0.0	X		X	X		X	X	X		X		X
Clarolie 1.8.1	X		X	X	X		X	X	X		X	
Dokeos 1.6.4	X		X	X	X		X	X		X	X	
Mambo 4.6.1		X	X	X	X		X	X	X		X	
Moodle 1.9	X		X	X	X		X	X	X		X	
My Source ...	X		X	X	X		X	X	X		X	

En la **Figura 41**, vemos la clasificación de la subcategoría soporte donde se muestra las características que corresponden a cada plataforma. Y en la **Figura 42**, se define los atributos que corresponden a cada plataforma.

Figura 41*Clasificación de la subcategoría Soporte*

4.4. Limitaciones del metodo FCA con otros metodos de evaluacion

El modelo de análisis formal de conceptos (FCA), aunque poderoso para revelar estructuras en datos, tiene limitaciones. Principalmente, la visualización de grandes redes conceptuales puede ser compleja, requiriendo experiencia y tiempo para interpretarlas. Además, la representación de negación en un contexto formal puede ser problemático, ya que el complemento de un concepto no siempre es un concepto.

Se da una explicación más detallada de las limitaciones:

4.4.1. Complejidad en la Visualización:

- Las redes conceptuales, aunque útiles, pueden volverse muy grandes y difíciles de visualizar, especialmente cuando se trata de conjuntos de datos grandes y complejos.
- La complejidad de las redes puede dificultar la comunicación de los resultados a personas sin experiencia en el análisis formal de conceptos.

4.4.2. Modelado de Negación:

- El FCA puede tener dificultades para representar la negación de un concepto de manera directa y clara.
- El complemento de un concepto no siempre es un concepto en el contexto formal.

4.4.3. Falta de Empirismo:

- Tradicionalmente, el análisis conceptual se ha centrado en la lógica y la lingüística, con una menor atención a la investigación empírica para aclarar el significado de los conceptos.
- La falta de datos empíricos puede limitar la precisión y la validez de los análisis conceptuales.
- La introducción de métodos cualitativos y cuantitativos puede mejorar la calidad de los análisis conceptuales.

4.4.4. Dependencia de la definición del contexto:

- El significado de un concepto en un contexto formal depende de la definición del contexto mismo.
- Si el contexto no está bien definido o es ambiguo, los resultados del análisis conceptual pueden ser poco útiles.

CAPITULO 5: COMPARACIÓN CON OTROS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS PLATAFORMAS

5.1. Calidad de e-learning, identificación de sus dimensiones y propuesta de un modelo para su evaluación en la educación superior

Se toman como referencia los modelos propuestos por los principales autores en este campo, los cuales son herramientas claves en la educación superior.

Los especialistas, seleccionados a partir de una revisión sistemática de la literatura (Ortiz-López et al., 2020), identifican cuatro dimensiones fundamentales:

- Calidad de la institución: Incluye aspectos como la política institucional, el contexto en el que opera, la respuesta y el apoyo institucional, así como la coordinación pedagógica.
- Calidad docente: Considera factores como el desempeño del profesorado, la estructura docente, los materiales y recursos disponibles, y las tutorías.
- Calidad de las plataformas: Evalúa el funcionamiento del sistema institucional y su accesibilidad.
- Calidad en la evaluación del programa: Abarca la valoración de la preparación previa del programa, la evaluación durante su desarrollo, la evaluación final y la calidad global del programa.

El análisis de estas dimensiones en el e-learning se lleva a cabo a través de diversas características, representadas por las siguientes siglas: SQ: calidad del sistema; CX: contexto/var. Externas; CQ: calidad de contenidos; AT: atractivo; SP: perfil del estudiante; TP: perfil docente; EV: evaluación; AS; soporte administrativo; EN: inscripción; IP: política institucional; ES: estrategia educativa; MR: recursos de materiales.

Se hace un análisis estadístico de las dimensiones en la escala de Likert. Se evalúa la suficiencia de ítems y la relevancia para las dimensiones y cada ítem (coherencia,

relevancia y claridad). En la evaluación el puntaje puede estar entre 2 y 4, siendo aprobado cuando el puntaje es 3 a 4.

Para evaluar la plataforma se considera 4 dimensiones: Calidad de la institución, calidad docente, calidad de la plataforma, perfil del estudiante. La herramienta usada para evaluar se usó la escala de Likert.

5.2. Comparación de los sistemas de gestión de aprendizaje de código abierto

Según N. Cavus, T. Zabadi (2014) para elegir la plataforma se debe comparar las características más importantes como son:

- Herramientas de aprendizaje (herramientas de comunicación; herramientas de productividad; participación de alumnos).
- Herramientas de soporte (herramientas de administración; herramientas de impartición de cursos; diseño curricular).
- Especificaciones técnicas (Equipo/software; precios /licencias)

Usando el peso cualitativo y la suma de QUALITATIVE WEIGHT SUM [QWS] que es una herramienta de evaluación valida en varios LMS de código abierto se compararon las siguientes plataformas: Ilias, Openuss, Lon -capa, dot LRN; Atutor; Dokeos; Spagletti learning y Moodle.

La comunicación es esencial en la educación por eso se evalúa las herramientas de comunicación en los sistemas LMS.

Las características que fueron evaluados son:

- **Pizarra/servicio Web:** Moodle tiene la mejor función.
- **Foro de discusión:** Atutor es único, Moodle tiene foro muy activo.
- **Intercambio de archivo/correo interno:** Atutor; Moodle (excelente), Dokeos.
- **Correo de diario en línea:** Moodle tiene modulo disponible.

Se compara los sistemas de gestión de aprendizaje para elegir la plataforma de aprendizaje. Para ello se debe comparar las características más importantes como son:

herramientas de aprendizaje (herramientas de comunicación y de productividad), herramientas de soporte (herramientas administrativas y de impartición de cursos), especificaciones técnicas (equipos técnicos/software). Para evaluar las plataformas de uso las herramientas [QWS]. Moodle resulto la plataforma con más ventaja.

5.3. Propuesta para la evaluación de entornos virtuales de enseñanza aprendizaje con base en estándares de usabilidad

Este estudio tiene como objetivo principal determinar las subcaracterísticas o aspectos necesarios para la evaluación de entornos virtuales de enseñanza aprendizaje con base a estándares ISO9126, 14598 y 25000-SQuaRE.

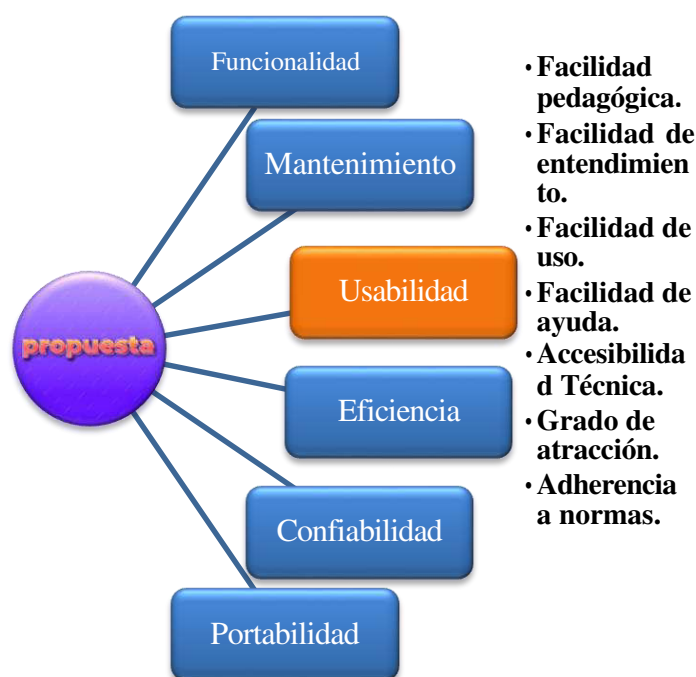
Se realizó una búsqueda sistemática de información obteniendo 108 documentos con temáticas como: usabilidad Web, ambientes virtuales de usabilidad, software educativo, evaluación de Web educativo, evaluación de usabilidad Web. A través del análisis de inclusión y exclusión, se eligieron 70 de los 108 documentos.

La usabilidad es considerada como un atributo que forma parte de la calidad del software. El termino atributo se refiere a que ampliamente usado por los usuarios. Se ilustra en la figura inferior

La usabilidad es analizada en términos de 5 subcaracterísticas ver figura 43

Figura 43

Propuesta de característica para la evolución de usabilidad en evaluación virtual de enseñanza aprendizaje basado en estándares ISO9126, ISO25000 SQuaRE



La evaluación de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje se basa en los estándares de usabilidad ISO 9126, 14598 y 25000-SQuaRE. En este sentido, se busca mejorar la usabilidad de estos entornos considerando aspectos clave como la facilidad pedagógica, la claridad en la comprensión, la simplicidad en su uso, el acceso a ayuda, la accesibilidad técnica, el nivel de atracción para los usuarios y el cumplimiento de normativas.

5.4. Método de evaluación integral de la usabilidad en sistemas e-learning

La evaluación de la usabilidad es un tema que ha sido tratado por muchos autores como (Nielsen,1993; Florian et al, 2010; Tao, 2005; Mahrim, 2009). En Latinoamérica la evaluación es mayormente heurística de parte de especialistas en interacción humana con la computadora

La norma ISO 9241 define la usabilidad como la “eficacia, eficiencia y satisfacción con lo cual los usuarios logran sus objetivos.

5.4.1. Métodos clásicos de evaluación

- inspección (evaluación heurística) cada evaluador analiza el diagnóstico de la interfaz. Se reúnen todos los evaluadores para discutir los elementos encontrados en cada interfaz para luego sacar un reporte.
- inspección de estándares que consiste en examinar cada acción cuando se realiza una tarea

5.4.2. Métodos de indagación

- Indagación: observación en el campo visitan los lugares donde están los usuarios representativos con el fin de entenderlos como realizan sus tareas y que clase de modelo mental se obtienen de ellas.
- Grupos de discusión dirigidos entre 6 a 9 usuarios dirigidos por un evaluador.
- Entrevistas y grabación de uso.

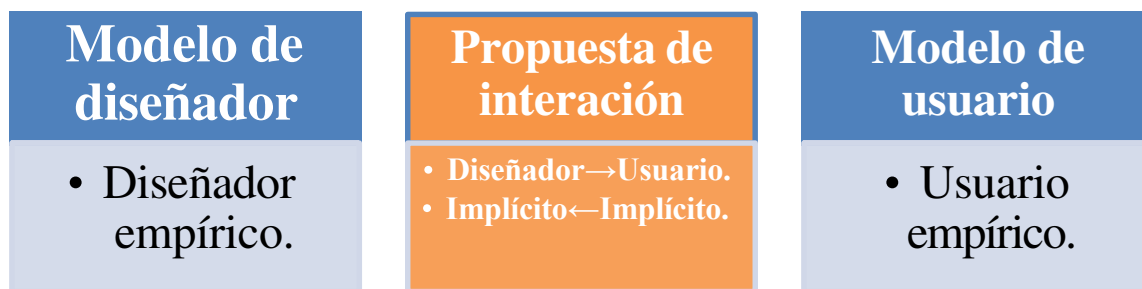
5.4.3. Método test

- Medición del rendimiento: Consiste en observar cómo los usuarios interactúan con las aplicaciones mientras realizan diversas tareas.
- Técnica de pensamiento en voz alta: Se solicita a los usuarios que describan verbalmente, en tiempo real, cada paso de su interacción con el sistema.

5.4.4. Nuevas propuestas

Brindan herramientas que permiten evaluar más allá de la eficiencia y la eficacia en la tarea.

- Modelo semio-cognitivo: consiste en que el modelo de (scolari, 2002) entiende a la interfaz como un mecanismo de comunicación diferido entre el diseñador y el usuario. Ver figura inferior.

Figura 44*Modelo semiocognitivo de Carlos scolari*

Nota. Adaptado de Método para la evaluación integral de la usabilidad en Sistemas e-Learning, por Reyes y Libreros, 2011, p. 72.

- **Metáfora:** Es una herramienta clave en el diseño de interfaces y su relación con el usuario (Millares, 2008). Su función principal es ayudar al usuario a representar mentalmente la estructura y funcionamiento del sistema en el que interactúa.

- **Las affordances:** se cómo los elementos que comunican las propiedades intrínsecas de los objetos (Scolari, 2002). Ejemplo la porosidad, el color, la textura etc.

- **Ingeniería semiótica:** Es un método basado en la semiótica que permite identificar los elementos clave para mejorar la usabilidad. Se lleva a cabo a través de dos enfoques: la inspección semiótica y el análisis de comunicabilidad. En la inspección semiótica, se responde a preguntas como: ¿Quién es el emisor?, ¿Quién es el receptor?, ¿Cuál es el contexto de comunicación?, ¿Cuál es el código de comunicación? En el análisis de comunicabilidad, se analiza cómo el usuario interpreta la comunicación del diseñador, qué intenta comunicar el usuario y cómo puede hacerlo, así como la manera en que el usuario percibe su interacción con el sistema.

El método de evaluación integral de usabilidad en sistemas e-learning es completamente heurístico en donde cada evaluador analiza el diagnóstico de la interfaz. En este diagnóstico se considera otros métodos: método de indagación, método test y nuevas propuestas como son: modelo semio-cognitivo, modelo la metáfora y modelo de la ingeniería semiótica.

5.4.5. Resultados de la comparación de FCA con otros métodos de evaluación

- Un modelo de análisis formal para evaluar la calidad educativa podría comparar un concepto central (por ejemplo, "calidad educativa") con los factores que influyen en ella, como la calidad de la institución, la calidad docente, la plataforma de enseñanza y la evaluación. Se podría usar un modelo de flujo o un diagrama para ilustrar cómo cada factor contribuye al concepto central.

- El modelo podría incluir lo siguiente: calidad educativa, calidad de la institución, calidad docente, plataforma de enseñanza, calidad de evaluación y asignar un valor numérico o una calificación a cada factor para facilitar su comparación. Por ejemplo: un modelo simple podría mostrar cómo una institución con buena infraestructura (factor de entorno) y docentes competentes (otro factor) contribuyen a una mayor calidad educativa, mientras que una plataforma de aprendizaje poco accesible o una evaluación deficiente podrían disminuir la calidad educativa

- El FCA es un proceso de estudio de conceptos, mientras que las herramientas son medios para facilitar tareas. Las herramientas se utilizan en el contexto de un modelo de análisis formal o en la ejecución de procesos que se estudian dentro de ese modelo

FCA estudia la estructura de conceptos y sus relaciones, utilizando un lenguaje formal para definir y clasificar conocimientos. La metodología para aplicar

implica definir conceptos, establecer relaciones entre ellos (como inclusión, pertenencia, etc.) y construir un "lugar de conceptos" que representa el conocimiento. Por ejemplo:

Un modelo de análisis formal podría ser una herramienta para analizar la estructura de la información de un curso, definiendo conceptos como "tema", "subtema", "ejemplo" y relacionándolos para construir un mapa de conocimientos.

ISO/IEC 25000, conocida como SQuaRE (*System and Software Quality Requirements and Evaluation*), es una familia de normas cuyo objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto software a diferencia del modelo FCA que no es un estándar.

La familia ISO/IEC 25000 es el resultado de la evolución de otras normas anteriores, especialmente de las normas ISO/IEC 9126, que describe las particularidades de un modelo de calidad del producto software, e ISO/IEC 14598, que abordaba el proceso de evaluación de productos software. Esta familia de normas ISO/IEC 25000 se encuentra compuesta por cinco divisiones.

El Método de Suma Ponderada (QWS) es un método de ampliamente utilizado en Optimización Multiobjetivo (MOO) en Informática. Consiste en asignar valores reales positivos, llamados pesos, a cada objetivo y, posteriormente, calcular la suma ponderada de los objetivos

5.5. Tesis: “Selección de una plataforma de enseñanza de Código abierto para las carreras de ingeniería, empleando el análisis formal de concepto (FCA)-caso de una universidad pública peruana”

- El objetivo de la tesis es proponer un método de evaluación para elegir una plataforma de enseñanza de código abierto.
- Se eligió seis plataformas: CMS Content Management Systems, Claroline, Dokeos, Mambo, Moodle, My Source Matrix. ¿Cuál de ellas se selecciona?
- Para lograr el objetivo de la tesis se consideró tres categorías de criterios de evaluación que son: evaluación del **aspecto técnico** (contiene dos subcategorías), evaluación de la **usabilidad** (contiene cinco subcategorías) y evaluación de **herramientas integradas** (contiene cuatro subcategorías) contando en total con noventaicuatro características.
- Para evaluar una cantidad grande de características (atributos) utilizamos inteligencia artificial (análisis de concepto formal) el cual una teoría matemática y un método para el análisis de datos en cuanto a su relación y estructura.
- Para evaluar se utiliza un software de análisis de conceptos formales (lattice miner) para la construcción, visualización y manipulación de redes de conceptos.

- Se evalúa por categoría y subcategoría. Para ello se prepara una matriz llamado contexto extendido de las plataformas de aprendizaje en donde figura todas las características de la respectiva subcategoría.

CAPITULO 6: ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS DIFERENTES PLATAFORMAS

Como paso final, hemos integrado en nuestras pruebas todas las características de las 11 subcategorías analizadas en este estudio, que incluyen Seguridad, Rendimiento, Soporte, Interoperabilidad, Flexibilidad, Facilidad de uso, Gestión, Herramientas de comunicación, Herramientas para la entrega de cursos, Herramientas administrativas y Desarrollo de contenido. Esta evaluación fue posible gracias al uso de inteligencia artificial mediante un análisis formal de conceptos.

Además, se han definido nuevas reglas: cuando una plataforma cuenta con todas las características dentro de una subcategoría específica, se le asigna el valor "sí" en ese atributo. La red de clasificación arrojó el siguiente resultado:

Todas las plataformas de aprendizaje incluidas en nuestra lista cumplen con todas las características de cada subcategoría.

La plataforma de aprendizaje que cumplen la menor cantidad de criterios es Dokeos.

La subcategoría seguridad figuras 7 y 8 las características granular-privilegios y login history lo tienen las siguientes plataformas: +CMS Content Management system, Claroline, Dokeos, Mambo, Moodle y My Source Matrix y según la figura 9 es el 100%. La característica advanced caching-1 lo tiene 5 plataformas que corresponde al 83.33%.

La subcategoría performance la característica static-content-export-n lo tiene el 66.67% de las plataformas y la característica page-caching-1 lo tiene el 83.33% de las plataformas. Ver figuras 11 y 12.

La subcategoría herramientas de administración la característica data base repor-1 de esta subcategoría están presentes en todas las plataformas: +CMS2.0, Claroline, Dokeos, Mambo, Moodle y My source. Es decir, el 100% y las características “contact Management-1”, “Guest Book-1” están en el 66.7% de las plataformas (CMS2.0, claroline, Dokeos, Mambo y Moodle”. Ver figuras 14 y 15.

La subcategoría herramientas de comunicación las características “Blog-1 y Mail form-1” lo tiene el 100% de las plataformas y el 66.7% de las plataformas contienen la característica “discusión/form-1” (claroline, Dokeos, Mambo, Moodle). Ver figuras 17 y 18.

La subcategoría herramientas de distribucion Todas las plataformas 100% contiene las siguientes características “link Management-1”, “News lettter-2”, “search Engine-2”, “user contributions-1”. Ver figuras 20 y 21, así también el 83.3% de plataformas contiene características “FAQ Management-1”, “Product Management-1”.

Subcategoría desarrollo de contenidos Esta subcategoría desarrollo de contenidos está compuesta por las siguientes características: Gráficos y tablas, ofertas de trabajo, galería de fotos, motor de búsqueda, Mapa de sitio y sindicación de contenidos RSS. La característica “search Engine-1” está en el 100% de la plataforma, “photo Gallery” está en el 83.3% de las plataformas, “Graphs and charts” está en el 83.3% de las plataformas. Ver figuras 23 y 24.

Subcategoría facilidad de uso. El 100% de las plataformas contienen las siguientes características: Undo_1, WYSIWYG ED-1. El 83.33% de las plataformas contienen la siguiente característica “Spell Checker”: las plataformas son: Claroline, Dokeos, Mambo, Moodle y My source Matrix. El 83.33% de las plataformas contiene la característica UIlevels-1. Ver figuras 26 y 27.

subcategoría Flexibilidad. Al analizar las figuras 29 y 30 se obtiene todas las características: “content reuse-1, Exten User Profiles, “Multisite Deployment-1”, “Multilingual Content-1” corresponde al 100% de plataformas. La característica “Metadata Support-1” es el 83.3% de las plataformas y el 33.3% tiene “CGI- mode support-n”.

Subcategoría interoperabilidad. En las figuras 32 y 33 se ve que los atributos Content Syndic RSS-1, XHTML-compliant -1 están en todas las plataformas (100%) y 50% de atributos lo tiene CMS2.0, Claroline y Dokeos

Subcategoría gestión. En la figura 35 y figura 36 se muestra que el 100% de las plataformas contienen cinco características que son: In line administration-1, On line

administration-1, Package Deployment-1, Themes/skins-1, Web statistics-1. La característica asset management el 83.3% de las plataformas e igualmente sucede para la característica content scheduling.

De acuerdo los resultados de análisis presentados se ven que la plataforma Moodle prevalece frente al resto de plataformas de código abierto donde podemos observar en todas las graficas y contextos extendidos que contiene todos los valores o la mayoría de sus características. Así mismo los resultados presentan un diagrama con plataformas que contienen las características de la subcategoría con el valor de si existe o no existe y también se presenta los mismos datos en porcentaje (% de plataformas que contienen las características).

CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El método que se propone para evaluar las plataformas de aprendizaje de código abierto usa la tecnología inteligencia artificial (análisis formal de concepto) para lograr la evaluación simultanea de varias plataformas de enseñanza de sus noventaicuatro características.

Un enfoque de evaluación que no emplea inteligencia artificial se presenta en un artículo publicado en la revista Science Direct titulado A Comparison Of Open Source Learning Management Systems, de Nadire Cavus y Teyang Zabadi. En este estudio, se comparan distintos sistemas de gestión del aprendizaje con el objetivo de seleccionar la plataforma más adecuada. Para ello, se analizan aspectos clave como las herramientas de aprendizaje (comunicación y productividad), las herramientas de soporte (administración y gestión de cursos) y las especificaciones técnicas (requisitos de hardware y software). La evaluación se llevó a cabo utilizando la metodología Qualitative Weight Sum (QWS), y los resultados indicaron que Moodle es la plataforma con mayor ventaja.

Otro método de evaluación, también sin el uso de inteligencia artificial, se basa en la identificación de dimensiones clave en la calidad del e-learning. En el estudio de J. I. Cocunubo-Suárez, J. A. Parra-Valencia y J. E. Otálora-Luna, titulado Propuesta para la evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje con base en estándares de Usabilidad (TecnoLógicas, vol. 21, no. 41, pp. 135-147, 2018), se destacan cuatro dimensiones esenciales: calidad de la institución, calidad docente, calidad de la plataforma y calidad de la evaluación. Para la evaluación, se utilizó una escala de Likert.

Otro enfoque de evaluación de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje, sin recurrir a inteligencia artificial, se basa en los estándares de usabilidad ISO 9126, 14598 y 25000-SQuaRE. Este método busca mejorar la usabilidad de las plataformas de enseñanza, centrándose en aspectos como facilidad pedagógica, claridad en la comprensión, facilidad de uso, disponibilidad de ayuda, accesibilidad técnica, nivel de atracción para los usuarios y cumplimiento de normativas.

Este estudio representa un avance significativo, ya que los criterios de evaluación de las plataformas de aprendizaje han sido transformados en datos dentro de un formato específico. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis comparativo empleando el método de minería de datos Lattice Miner, una herramienta de software que permite generar múltiples clasificaciones basadas en distintos criterios. Como resultado, se han identificado de manera integral tanto las fortalezas como las limitaciones de las plataformas evaluadas.

El aprendizaje electrónico ha sido ampliamente adoptado por instituciones educativas en todos los niveles, especialmente en la educación superior, ya que permite superar barreras de tiempo y espacio. Las plataformas de aprendizaje han pasado a ser un componente fundamental en la formación de ingenieros y, con el tiempo, su relevancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje seguirá en aumento.

En cuanto al enfoque de análisis, se han identificado posibles mejoras para futuros estudios. Una de ellas sería asignar un peso específico a los datos que describen las distintas características de una plataforma de aprendizaje. Esto permitiría que las clasificaciones obtenidas sean aún más útiles para que los educadores puedan seleccionar la plataforma que mejor se adapte a sus necesidades.

Otras líneas de investigación se enfocarán en el desarrollo de un paquete de software integrado que facilite la evaluación y comparación de entornos de aprendizaje.

Debido a las experiencias obtenidas en el desarrollo de esta tesis se da las siguientes recomendaciones específicas:

- Hay que asegurar de que los conceptos estén bien definidos, preciso y sin ambigüedades
- Estar atento a la jerarquía, concordancia, y la cohesión de las relaciones sintácticas dentro de las oraciones. Evitar la redundancia.
- Hay que destacar las relaciones entre los conceptos como causa -efecto y como se interconecta.
- Construir la estructura jerárquica mediante el diagrama de Hass para visualizar la estructura de los conceptos formales.

- Interpretar y analizar los conceptos formales y sus relaciones para dar conclusiones significativas.

7.1. Proyección del análisis formal de concepto (AFC)

- La proyección de AFC en el futuro puede ser utilizado en la organización, categorización y en la automatización de grandes con juntos de datos (maquinas inteligentes mejoran la información).
- Al conocer los patrones y relaciones de los objetos y atributos de FCA ayudara a los usuarios tomar decisiones con mínimo de errores.
- AFC puede modelar las relaciones conceptuales y será una herramienta muy valiosa para el desarrollo de sistemas inteligentes.
- AFC puede ser usado para construir modelos del conocimiento que faciliten la comprensión y procesamiento de información.
- AFC puede extraer reglas y patrones de datos para entrenar modelos de aprendizaje automático.
- En la ciencia biológica y ciencia química AFC tiene aplicaciones en análisis de datos moleculares y en la ingeniería formaliza los procesos y sistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ganter, B. y Wille R. (1999). *Formal Concept Analysis*. Springer
- Armendariz, L. M. (2006). *Sobre el Código Abierto (Open Source)*. Servi3, 4. http://guimi.net/descarga/tec-docs/Sobre_el_OS.pdf
- Austrian Development Cooperation. (2009). *Guidelines for Project and Programme Evaluations*. Austrian Development Agency, Evaluation Unit. <https://www.oecd.org/derec/austria/AUSTRIA%20ADA%20ADC%20Guidelines.pdf>
- Chaves S., A. L. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. *Revista Educación*, 25(2), 59–65. <https://doi.org/0379-7082>
- Chiarani, M., Pianucci, I., & Lucero, M. (2010). Criterios de Evaluación de Plataformas Virtuales de Código Abierto para Ambientes de Aprendizajes Colaborativos. *Ambientes Virtuales Como Apoyo Al Aprendizaje Colaborativo Departamento de Informática*, 1–5.
- Cigarrán Recuero, J. M. (2008). *Organizacion de resultados de búsqueda mediante analisis formal de conceptos*. 253. <https://doi.org/http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?pid=tesisuned:IngInf-Jcigarran>
- Cruz, D., Wieland, T., & Ziegler, A. (2006). Evaluation criteria for free/open source software products based on project analysis. *Software Process Improvement and Practice*, 11(2), 107–122. <https://doi.org/10.1002/spip.257>
- Cuevas, O., García, R., & Cruz, I. (2008). Evaluación del impacto de una plataforma para la gestión del aprendizaje utilizada en cursos presenciales en el Instituto Tecnológico de Sonora. *Revista Mexicana de Investigación Educativa.*, 13, 1085–1107.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (1993). Conductismo, Cognitivismo Y Constructivismo:

Una Comparación De Los Aspectos Críticos Desde La Perspectiva Del Diseño De Instrucción. *Performance Improvement Quarterly*, 6(4), 50–72.
<http://www.aprendiendoenlinea.com>

Moreno, A. M., & Vegas, S. (2006). *Técnicas de evaluación de software*. Universidad Politécnica de Madrid.

Oliver, M. (1998). *Innovation in the evaluation of learning technology*. University of North London.

Ortiz-López, A., Olmos-Migueláñez, S., y Sánchez-Prieto, J. C. (2021). Calidad en e-Learning: Identificación de sus dimensiones, propuesta y validación de un modelo para su evaluación en Educación Superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 225-244. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.29073>

Pecheanu, E., Stefanescu, D., Dumitriu, L., & Segal, C. (2011). Learning Environments and Ecosystems in Engineering Education. En *EDUCON. Methods to evaluate open source learning platforms* (1152-1161). IEEE Global Engineering Education Conference

Reyes Vera, J. M., & Libreros Giraldo, F. A. (2011). Método para la evaluación integral de la usabilidad en sistemas e-learning. *Revista Educacion en Ingenieria*, 69+. <https://link.gale.com/apps/doc/A275921260/IFME?u=anon~c5d3d3da&sid=googleScholar&xid=2f0d131a>

Saavedra Bautista, C. E., & Parra Valencia, J. A. (2015). Evaluación de plataformas para el aprendizaje entre pares. *Entornos*, 28(2), 51. <https://doi.org/10.25054/01247905.1232>

Sanca Tinta, M. D. (2011). Tipos de investigación científica. *Revista de Actualización Clínica*, 9(1), 621–624. http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v12/v12_a11.pdf

ANEXO I

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **AICC** (Aviation Industry Computer-Based Training Committee): Comité de formación por ordenador de la Industria de la aviación. Fue la primera asociación en desarrollar especificaciones para CBT. La mayoría de los desarrollos conceptuales de las especificaciones AICC han sido incorporados a SCORM.
- **CBT** (Computer Based Training): Formación basada en el ordenador. Normalmente el material formativo se presenta en soporte CD-ROM y a diferencia de la formación en línea, no necesita conexión a Internet.
- **E-Learning**: Es el conjunto de actividades necesarias para la creación y uso de un entorno de formación a distancia online mediante el uso de tecnologías de la información y comunicaciones.
- **Educación a distancia**: Proceso de formación en el que la distancia física separa a los estudiantes, los formadores y la tecnología.
- **Extranet**: Red que utiliza la tecnología de Internet para conectar la red local (LAN) de una organización con otra red externa.
- **Formación asíncrona**: Proceso de aprendizaje en el que la interacción alumno-profesor no coincide en el tiempo y en el espacio, ocurre de forma intermitente, no simultánea. Ofrecen como ventaja que las discusiones y aportaciones de los participantes quedan registradas y el usuario puede estudiarlas con detenimiento antes de ofrecer su aportación o respuesta.
- **Formación síncrona**: Proceso de aprendizaje en línea, llevado a cabo en tiempo real, donde la interacción alumno-tutor coincide en el tiempo y en el espacio.
- **Foro**: Espacio virtual creados en Internet o en una Intranet en donde los usuarios pueden enviar y contestas mensajes que pueden ser leídos por otros usuarios.
- **Intranet**: Red de uso interno de una organización, desarrollada siguiendo los protocolos de comunicación de Internet.
- **LMS (Learning Management System)**: Software que automatiza la administración de acciones de formación: gestión de usuarios, gestión y control de cursos, gestión de los servicios de comunicación, etc.

- **SCORM (Shareable Content Object Reference Model):** Modelo de Referencia para Objetos de Contenido Distribuibles. SCORM es producto de la iniciativa del Departamento de Defensa de EE. UU. a través de ADL. SCORM es un modelo de referencia que establece un modo de desarrollar, empaquetar y gestionar la distribución de unidades formativas digitales.

- **Reusable:** Modificable por diferentes herramientas.
 - **Accesible:** Puede ser publicado y encontrado por diferentes entidades y sistemas.

- **Interoperable:** Capaz de funcionar en diferentes sistemas servidor y cliente.

- **Duradero (persistente):** No requiere modificaciones significativas para adaptarlo a un nuevo sistema.

- **WBT (Web Based Training):** Formación basada en la Web. Provisión de contenido educativo a través de un navegador web, ya sea en Internet, en una intranet.

ANEXO II

PROCESO DE EVALUACION Y CLASIFICACION DE PLATAFORMAS DE APRENDIZAJE

Para realizar la evaluación y clasificación de la plataforma de aprendizaje de código abierto se utiliza un software gratuito disponible en internet Laticce Miner que es un software de análisis de conceptos formales que permite la creación de conceptos y también el dibujo de diagramas de líneas anidadas.

La clasificación de las plataformas se lleva a cabo en tres pasos:

- a) Ccreación de un contexto el cual es una tabla que contiene los objetos (nombre de las plataformas) y atributos (nombre de las características) y en cada celda el valor de un atributo correspondiente a un objeto.
- b) La extensión del contexto que consiste en poner todos los valores posibles: si (si existe), no (no existe), x (si el complemento es gratuito), l (limitado), c (costoso), ? (insuficientes datos) son introducidos dentro de la tabla de contexto.
- c) Clasificación: El software Laticce Miner dibuja un diagrama de red que contiene los grupos de objeto que tiene atributos comunes (En este caso plataformas de aprendizaje que tienen características comunes).
- d) Después de la creación del diagrama de clasificación Laticce Miner puede proporcionar varias vistas como son: plataformas que tienen todos los elementos considerados. Ejemplo consideremos la categoría aspectos técnicos y subcategoría seguridad que tiene las siguientes características: Registro de auditoría, verificación de correo electrónico, privilegios granulares, historial de inicio de sesión, cierta autenticación, notificación de problemas, Sandbox, Gestión de sesiones, Control de versiones, almacenamiento en caché avanzado. La figura 1 representa el contexto inicial con los valores de los atributos para cada plataforma en la subcategoría seguridad.

Figura 45
Contexto inicial para la subcategoría seguridad con todos los valores de la plataforma

	Auditoria	Verificación de correo	Privilegio granular	Historial acceso	Alguna autenticación	Notificación problema	Salvadora	Sesión Gestión	Versión	Memoria caché avanzado
+CMS 2.0.0	si	no	si	si	no	si	si	no	si	si
Claroline 1.8.1	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Dokeos 1.6.4	no	si	si	si	no	no	si	si	no	no
Mambo 4.6.1	no	si	si	no	si	no	no	1	1	si
Moodle 1.9	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
My Source Matrix 3.14.0	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si

Figura 46
Contexto extendido para todas las plataformas y todos los valores posibles de sus características

Lattice Miner

File Edit Lattice Rules Context Window About

Context : SecurityContext5_convContext

	AUDIT_TR...	AUDIT_TR...	EMAIL_VE...	EMAIL_VE...	GRANULA...	LOGIN HIS...	SOME AUT...	SOME AUT...	PROBLEM...	PROBLEM...	SANDBOX_1	SANDBOX_n	SESSION...	SESSION...	VERSIONI...	VERSIONI...	ADVANCE...
+CMS 2.0.0	X			X	X	X	X	X	X		X			X	X		X
Claroline 1.8.1	X		X		X	X	X		X		X		X		X		X
Dokeos 1.6.4		X	X		X	X		X		X	X		X			X	
Mambo 4.6.1		X	X		X	X	X		X		X	X	X		X		X
Moodle 1.9	X		X		X	X	X		X		X		X		X		X
My Source ...	X		X		X	X	X		X		X		X		X		X

Figura 47
Se presenta el diagrama de red de Lattice Miner para la subcategoría seguridad

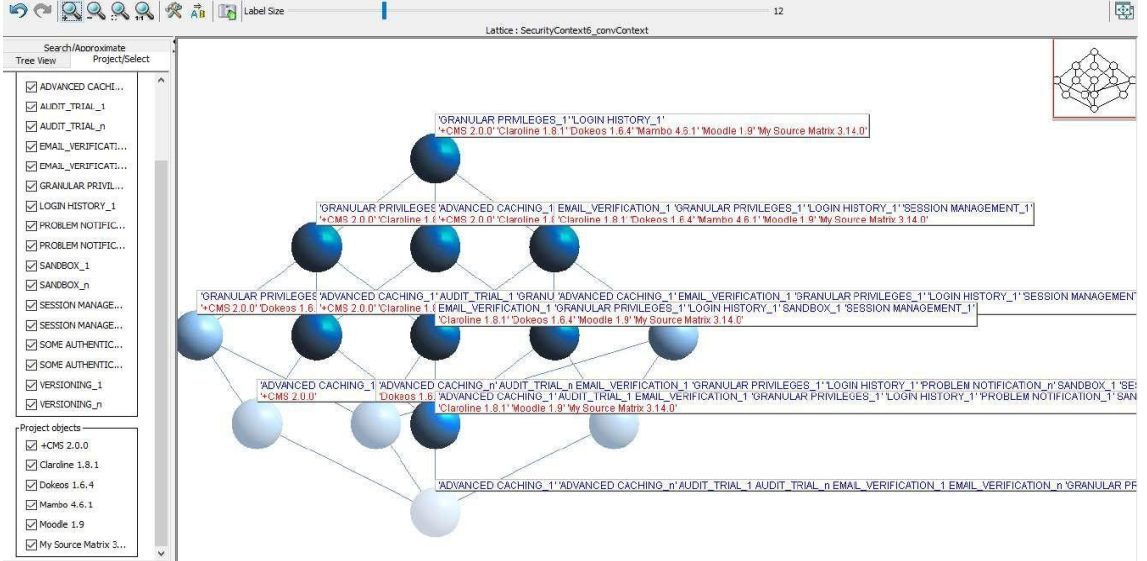
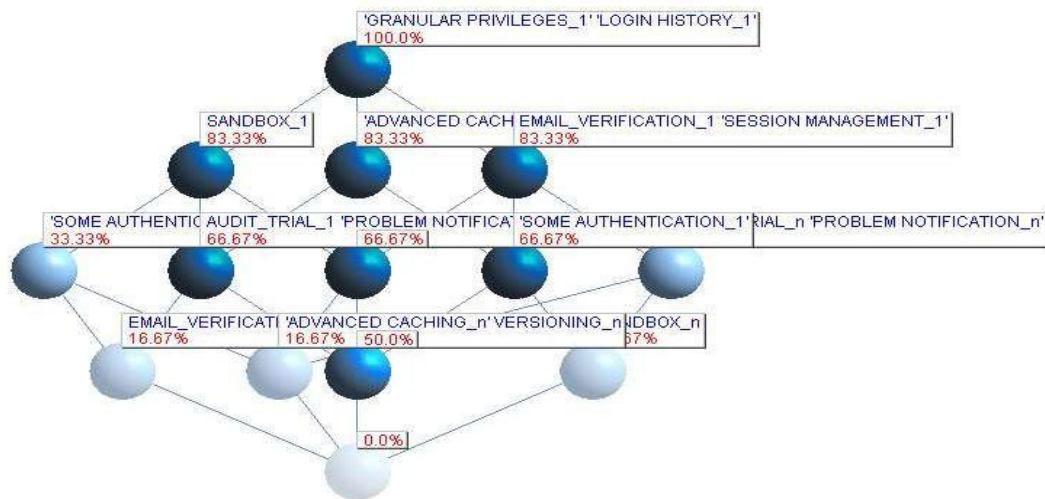


Figura 48

Diagrama para la categoría aspectos técnicos y subcategoría seguridad



Nota. La misma grafica de la figura anterior solo que esta expresado en % para la subcategoría seguridad.

Al observar ambas graficas podemos decir lo siguiente:

- El 100% de las plataformas tienen dos características que son: granular privileges_1 y login history_1
- El 50% de las plataformas tienen cuatro características: Email verific, advanced caching-n, versioning-n, Sanbox-n.
- Conclusión: con las dos graficas se puede determinar las características comunes que tienen en % las plataformas de aprendizaje. Así mismo la plataforma que más cumple con las características.

ANEXO III:

CONTEXTO DE LAS PLATAFORMAS DE APRENDIZAJE

Se describe el contexto de las siguientes plataformas:

- **CMS 2.0:** es un sistema de gestión de contenidos cuya aplicación de software que se ejecuta en un navegador proporcionando a los usuarios una interfaz gráfica que permite crear y administrar un sitio Web sin necesidad de codificarlo. Los CMS usados de código abierto son: WordPress, TYPO3, Joomla, Drupal que son soluciones a la administración de sitios Web.

- **CLAROLINE:** Es una plataforma de aprendizaje y trabajo virtual (e-learning, e-working) de código abierto. Permite crear y administrar cursos en línea. Creado por el instituto pedagógico universitario de Multimedia por la universidad de Lovain de Bulgaria. Su desventaja poca comunidad de usuarios en español.

- **DOKEOS:** Es una plataforma Web que permite crear y gestionar cursos en línea y ofrece una variedad de herramientas de capacitación y formación. Dokeos ofrece servicios de video de conferencia, la usabilidad es una plataforma sencilla, en la industria se utiliza: farmacéutica, la sanitaria y servicios financieros.

- **MAMBO:** es una plataforma e-learning que ofrece módulos interactivos y gamificación para la capacitación de empleados. Algunas características de esta plataforma son: crea experiencias de aprendizaje inmersas y divertidas, utiliza la gamificación para que los estudiantes, empleados y aprendices progresen en diversos niveles, ofrece reconocimiento social y se adapta a los estilos de aprendizaje individuales.

- **MOODLE:** es un espacio educativo que integran un conjunto de herramientas para el aprendizaje en línea, que permiten la interacción a distancia entre el docente y el estudiante. Herramientas de Moodle:

- a) Módulo de consulta;
- b) Módulo de tareas,
- c) Módulo de foro
- d) Módulo de cuestionario,
- e) Módulo de recurso,
- f) Módulo de encuesta.