UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE TELECOMUNICACIÓN

Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos

TESIS DOCTORAL:

CONTRIBUCIÓN AL DISEÑO Y MODELADO DE PLATAFORMAS
DE GESTIÓN E IMPARTICIÓN DE TITULACIONES CONJUNTAS EN
AMBIENTES DE E-LEARNING

AUTOR:
JULIO CESAR RODRÍGUEZ RIBÓN
Ingeniero de Sistemas

DIRECTOR:
TOMÁS PEDRO DE MIGUEL MORO
*Profesor Titular de Universidad del Dpto. de Ingeniería de Sistemas
Telemáticos. Universidad Politécnica de Madrid*

2011

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE TELECOMUNICACIÓN

Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos

CONTRIBUCIÓN AL DISEÑO Y MODELADO DE PLATAFORMAS
DE GESTIÓN E IMPARTICIÓN DE TITULACIONES CONJUNTAS EN
AMBIENTES DE E-LEARNING

AUTOR:
JULIO CESAR RODRÍGUEZ RIBÓN
Ingeniero de Sistemas

DIRECTOR:
TOMÁS PEDRO DE MIGUEL MORO
*Profesor Titular de Universidad del Dpto. de Ingeniería de Sistemas
Telemáticos. Universidad Politécnica de Madrid*

POLITÉCNICA

Tesis Doctoral: CONTRIBUCIÓN AL DISEÑO Y MODELADO DE PLATAFORMAS DE GESTIÓN E IMPARTICIÓN DE TITULACIONES CONJUNTAS EN AMBIENTES DE E-LEARNING.

Autor: JULIO CESAR RODRIGUEZ RIBON

Director: TOMAS PEDRO DE MIGUEL MORO

Tribunal nombrado por el Excmo. y Magfco. Sr. Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, el día ____ de _____ de 2011.

Presidente: _____

Vocal: _____

Vocal: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Suplente: _____

Suplente: _____

Realizado el acto de defensa y lectura de Tesis el día ____ de _____ de 2011 en la E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid.

Calificación:

EL PRESIDENTE

LOS VOCALES

EL SECRETARIO

RESUMEN

Las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones, ofrecen una buena oportunidad para el desarrollo de comunidades virtuales de aprendizaje, especialmente en el caso de las titulaciones conjuntas entre organizaciones. Estas comunidades permiten a las organizaciones aprovechar mejor las oportunidades de aprendizaje que brindan las tecnologías de Internet, aportando mejores contenidos y experiencias de aprendizaje (Recursos de aprendizaje) tanto para los profesores como para los alumnos.

Sin embargo, actualmente no existe una tecnología clara con la que poder federar plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales (LMS), con la que dar un adecuado soporte a las titulaciones conjuntas.

En este trabajo, se presenta una metodología y una arquitectura de federación de plataformas LMS para poder gestionar titulaciones conjuntas en ambiente de e-learning. Actualmente, existe escaso conocimiento acerca de los problemas que están imposibilitando la utilización de estos escenarios. Por ello, este trabajo se presenta como una solución para los miembros de la comunidad (directores, docentes, investigadores y estudiantes), ofreciendo un marco conceptual, que ayuda a entender estos escenarios e identifica los requisitos de diseño que son útiles para generar servicios de aprendizaje accesibles a los miembros de la comunidad (Grid de recursos de aprendizaje) y para integrar los LMS en una nube de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Así mismo, en el presente documento se presentan varias experiencias, en las que se han implementado comunidades virtuales de aprendizaje en la ciudad de Cartagena de Indias (Colombia), que han servido para inspirar y validar la solución propuesta en este trabajo.

Palabras Claves:

E-learning, Comunidades de Aprendizaje, LMS, Recursos de Aprendizaje, Titulaciones Conjuntas.

ABSTRACT

Information and communication technologies offer a great opportunity for the development of virtual learning communities, like as joint degrees between Organizations. Virtual Learning Communities allow organizations to be more cooperative during training activities via the Internet, with the provision of their learning expertise (learning resource). Internet enables multiple organizations to share their learning expertise with others. In these cooperative knowledge spaces, each organization contributes with their partners providing learning resources that they offer to students and teachers.

However, currently there is no clear technology with which to federate Learning Management Systems (LMS) to give adequate support to joint degrees.

In this work, we present a description of the problems that would face the generation of the Joint degrees in e-learning environments. Currently little is known about the problems that prevent the formation of virtual learning communities generated from the experience contributed by multiple organizations, so, this work is important for community members (Directors, Teachers, Researchers and practitioners) because it offers a conceptual framework that helps understand these scenarios and can provide useful design requirements when generating learning services for the community (Grid of Learning Resources) and to integrate the LMS in a cloud of joint degrees in e-learning environments.

We also propose various experiences in which virtual learning communities have been integrated in Cartagena de Indias (Colombia) which have served to inspire and validate the solution proposed in this paper.

Keywords:

E-learning, Joint Degrees, Learning Communities, Learning Resources, LMS.

DEDICATORIA

A Dios padre, por atender mis plegarias, enseñarme el camino, protegerme y ofrecerme fuerza y motivación para elaborar esta tarea.

A la Virgen Santísima, por cuidar y proteger a los míos mientras me encontraba fuera de casa.

A mi Esposa, por encontrar a Dios, por el gran esfuerzo, amor, apoyo constante y los sacrificios que ha tenido que realizar durante estos años.

A mi hija Camila Sofía por enseñarme, cuáles son las prioridades que existen en la vida y dónde se encuentra la verdadera felicidad.

A mi madre, porque ese día me involucró en sus legados. A mi padre por darme la lección de que lo que se empieza en la vida hay que terminarlo.

A mis hermanos, Juan Carlos, Diana y Aquiles, por su constante motivación.

Y a mis sobrinos Daniel Andrés, Alejandro, Daniel y Reynaldo, Vanesa y Andrés por regalarme todos los días una gran sonrisa.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo agradecer a mi tutor, el Dr. Tomás Pedro de Miguel Moro su confianza, apoyo, paciencia, orientación e inestimable ayuda en la realización de la presente tesis doctoral, gracias a su ejemplar dirección he podido alcanzar satisfactoriamente los objetivos de este trabajo de investigación.

También quiero agradecer a la Universidad de Cartagena, en especial a los rectores: Dr. Sergio Hernández Gamarra por su voz de confianza y apoyo durante el desarrollo de mis estudios doctorales y al Dr. Germán Sierra Anaya por su constante apoyo y colaboración, en especial en la implementación de escenarios propuestos en la Universidad.

Gracias al grupo de investigación E-Soluciones, por su apoyo en el montaje de los escenarios y por enriquecer la propuesta que presento, en especial gracias Camilo Velásquez, Marco González, Diana Mendoza, Edwin Rodríguez, Alvaro Wilches, Julissa Merchán, José Llamas, Iván Romero, Jesús Daniel, Jorge Perea y a los profesores Martín Monroy y Miguel García.

Un especial agradecimiento a Sara Ortíz, Hamilton Ortiz, Doña Alba, sr. Alejo, Elmer, Alejandro y David, Por su apoyo, compañía y guía durante mi estadía en España. Gracias por ese calor de hogar ofrecido incondicionalmente. Gracias por federar las familias.

Muchas gracias José Pulido por mostrarme la hospitalidad del pueblo Español. Por el apoyo y por demostrar que la amistad rompe barreras culturales y geográficas.

Hyldeé Ibarra, sabes definir el concepto de ser una gran amiga.

En último, a mis grandes amigos Jaime Daniel Mejía Castro y Diego Acosta, por su constante apoyo, motivación, orientación y compañía.

INDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Motivación e Importancia Científica de la Investigación.	4
1.2.1	Problemas relativos a los servicios de las comunidades de e-learning.....	4
1.2.2	Problemas relativos a las plataformas tecnológicas.	5
1.3	Objetivos del Trabajo.....	12
1.3.1	Objetivo general	12
1.3.2	Objetivos específicos.....	12
1.4	Ámbito del Proyecto	13
1.4.1	Definición de e-learning.....	13
1.4.2	Plataformas de gestión e impartición de titulaciones en ambientes de e-learning 15	
1.4.3	Titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.....	17
1.4.4	Nubes de computación	18
1.4.4.1	Modelos de entrega o distribución de servicios.	21
1.4.4.2	Modelos de implementación	21
1.5	Metodología Empleada	22
1.6	Estructura del Documento	25
2	ESTADO DEL ARTE.....	27
2.1	Concepto de E-learning	27
2.2	Arquitectura de Plataformas de Gestión e Impartición de Titulaciones Virtuales.....	36
2.3	Evaluación de Plataformas Actuales de Gestión e Impartición de Titulaciones Virtuales	43
2.3.1	Indicadores evaluados.	44
2.3.1.1	Indicadores de características generales	45

2.3.1.1.1	Idiomas.....	45
2.3.1.1.2	Arquitectura estándar.....	45
2.3.1.1.3	Licenciamiento.....	45
2.3.1.1.4	Funcionalidades para directores, docentes y estudiantes.....	45
2.3.1.2	Indicadores de gestión de federación e interoperabilidad	46
2.3.1.2.1	Integración con versiones anteriores.....	46
2.3.1.2.2	Estándares IMS, AICC, ADL-SCORM y otros	46
2.3.1.2.3	Accesibilidad	46
2.3.1.2.4	Integración directa de recursos de aprendizaje remotos	46
2.3.1.2.5	Actualización de recursos de aprendizaje remotos	46
2.3.1.2.6	Interoperabilidad en escenarios múltiples.....	47
2.3.1.2.7	Exportar / Importar contenidos de aprendizaje.....	47
2.3.1.2.8	Exportar / Importar otros recursos de aprendizaje.....	47
2.3.1.2.9	Exportar / Importar Expedientes de los estudiantes.....	47
2.3.1.2.10	Localización de recursos de aprendizaje.....	47
2.3.1.3	Indicadores de gestión de recursos de aprendizaje	48
2.3.1.3.1	Edición de contenidos	48
2.3.1.3.2	Edición de otros recursos de aprendizaje.....	48
2.3.1.3.3	Compartir recursos de aprendizaje.....	48
2.3.1.3.4	Publicar lista de recursos de aprendizaje compartidos	48
2.3.1.3.5	Capacidad de reedición – actualización.....	48
2.3.1.3.6	Formatos estándares para almacenar recursos de aprendizaje	49
2.3.1.4	Indicadores de gestión de servicios de comunicación.....	49
2.3.1.4.1	Síncronos	49
2.3.1.4.2	Asíncronos	49
2.3.2	Resultados de la evaluación	49
2.3.2.1	Resultados de la evaluación de características generales.....	49
2.3.2.2	Resultado de la evaluación de la gestión de federación e interoperabilidad	51
2.3.2.3	Resultado de la evaluación de la gestión de recursos de aprendizaje.....	57
2.3.2.4	Resultado de la evaluación de la gestión de servicios de comunicación.....	61
3	CONCEPTUALIZACION Y CLASIFICACION DE TITULACIONES CONJUNTAS ..	63
3.1	Concepto de una Titulación	64
3.1.1	Requisitos funcionales de una titulación	64
3.1.2	Dominio del sistema.....	66
3.2	Concepto de Titulaciones Conjuntas	67
3.2.1	Modelo de requisitos	69
3.2.1.1	Requisitos de publicación	71
3.2.1.2	Requisitos de localización.....	71

3.2.1.3	Requisitos de integración	71
3.2.1.4	Requisitos de dinamicidad de recursos de aprendizaje	72
3.2.1.5	Requisitos de escenarios múltiples de cooperación	73
3.2.1.6	Requisitos de temporalidad de las titulaciones conjuntas	73
3.2.2	Modelo cooperativo de titulaciones conjuntas en ambientes de E-learning.....	74
3.2.2.1	Vista de organización.....	76
3.2.2.2	Vista cognitiva	78
3.2.2.3	Vista de interacción	81
3.2.2.3.1	La Titulación Conjunta.	82
3.2.2.3.2	Preferencias de Aprendizaje.	83
3.2.2.3.3	Tarea.	83
3.2.2.3.4	Certificación.....	84
3.2.2.4	Vista de información.....	85
4	MODELADO DE PLATAFORMAS DE GESTIÓN E IMPARTICIÓN DE TITULACIONES CONJUNTAS EN AMBIENTES DE E-LEARNING	87
4.1	Vista de Organización.....	88
4.2	Vista Cognitiva	95
4.2.1	Especificación de las tareas	96
4.2.1.1	task VisualizarRecursosAprendizajes (Remotos)	99
4.2.1.2	Coop-task GestionarExpedientesAcademicos	100
4.2.1.3	Coop-task GestionarComunicacion	101
4.2.1.4	Coop-task GestionarFederacion.....	101
4.2.1.5	task LocalizarRecursosFederados	103
4.2.1.6	Coop-task PortarRecursosAprendizaje	103
4.2.1.7	task FederarRecursosAprendizaje.....	105
4.2.1.8	Coop-task GestionarTitulacion	105
4.3	Vista de Información	106
5	ARQUITECTURA DE INTEGRACIÓN DE PLATAFORMAS DE GESTION DE TITULACIONES VIRTUALES EN NUBES DE COOPERACIÓN DE E-LEARNING	111
5.1	Vista lógica	112
5.1.1	Infraestructura como Servicio (IaaS)	113
5.1.2	Virtualización	114
5.1.3	Plataforma como Servicio (PaaS).....	114
5.1.4	Software como Servicio (SaaS).....	115
5.2	Vista de procesos	115
5.2.1	Metodología para desarrollar la configuración de los servicios de la nube.....	117
5.2.2	Metodología para realizar el consumo de los servicios de la nube	122
5.3	Vista de Información	124

5.3.1	Esquema local (Local Schema)	125
5.3.2	Esquema componente (Component Schema)	126
5.3.3	Esquema exportado (Export Schema)	127
5.3.4	Esquema federado (Federated Schema)	128
6	DESCRIPCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO [EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS]	131
6.1	Titulación Virtual en la Temática: “Informática Básica”, Compartida entre la Universidad de Cartagena y la Universidad de San Buenaventura (Sede Cartagena de Indias). 131	
6.1.1	Introducción	131
6.1.2	Materiales y Métodos	134
6.1.3	Resultados	135
6.1.4	Conclusiones y contribuciones	142
6.2	Escenario de Federación de Recursos de Aprendizaje, para Cualificación de Talento Humano en Comunidades Virtuales de Aprendizaje en un Contexto Empresarial.	144
6.2.1	Introducción	144
6.2.2	Materiales y Métodos	146
6.2.3	Resultados	146
6.2.4	Conclusiones y contribuciones	153
6.3	Acceso a Experiencias de Pares de Comunidades Virtuales de Aprendizaje Soportada en Tecnologías Móviles.	155
6.3.1	Introducción	155
6.3.2	Materiales y Métodos	156
6.3.3	Resultados	156
6.3.4	Conclusiones y contribuciones	161
6.4	Integración de Comunidades Virtuales de Aprendizaje Apoyadas en Tecnologías Inmersivas.	163
6.4.1	Introducción	163
6.4.2	Materiales y Métodos	164
6.4.3	Resultados	165
6.4.4	Conclusiones y contribuciones	172
7	CONTRIBUCIONES ORIGINALES, CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	175
7.1	Contribuciones Originales	175
7.1.1	Publicaciones científicas y proyectos de investigación relacionados.....	177
7.2	Conclusiones.....	179
7.3	Líneas Futuras.....	181

8	REFERENCIAS	183
	Listado de URLs	192
	APENDICE A: EVALUACION DE LMS ACTUALES.....	195
	APENDICE B: DESCRIPCION DE CASOS DE USO DE UNA TITULACION.....	221
B.	CASOS DE USO DE UNA TITULACION.....	221
B.1.	Caso de Uso: Crear Titulación	221
B.2.	Caso de Uso: Matricular Titulación	222
B.3.	Caso de Uso: Desarrollar Titulación	222
B.4.	Caso de Uso: Evaluar Titulación	223
B.5.	Caso de Uso: Coordinar Titulación.....	224
B.6.	Caso de Uso: Certificar Titulación	225
	APENDICE C: DESCRIPCION DE CASOS DE USO DE UNA TITULACION CONJUNTA.	227
C.	CASOS DE USO DE UNA TITULACION CONJUNTA.....	227
C.1.	Caso de Uso: Compartir Recursos de Aprendizaje	227
C.2.	Caso de Uso: Publicar Recursos de Aprendizaje	228
C.3.	Caso de Uso: Localizar Recursos de Aprendizaje Compartidos.....	228
C.4.	Caso de Uso: Crear Titulación Conjunta	229
C.5.	Caso de Uso: Matricular Titulación Conjunta	230
C.6.	Caso de Uso: Modificar Titulación Conjunta	231
C.7.	Caso de Uso: Negociar Preferencias de Aprendizaje.....	231
C.8.	Caso de Uso: Desarrollar Titulación Conjunta	232
C.9.	Caso de Uso: Evaluar Titulación Conjunta.....	233
C.10.	Caso de Uso: Solicitar Recursos de Aprendizaje.....	234
C.11.	Caso de Uso: Localizar Cooperante.....	235
C.12.	Caso de Uso: Comunicarse con otros	236
C.13.	Caso de Uso: Cooperar con otros.....	236
C.14.	Caso de Uso: Coordinar Titulación Conjunta.....	237
C.15.	Caso de Uso: Certificar Titulación Conjunta.....	238
	GLOSARIO.....	239

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Subconjuntos del Aprendizaje a Distancia. Fuente: WR Hambrecht + Co (Urdan & Weggen, 2000).	14
Figura 2. Evolución de la Tecnología dentro del e-learning. Fuente: SRI Consulting Business Intelligence <SRIC-BI>.	28
Figura 3. Capas de la Arquitectura LTSA. Fuente: IEEE Draft Standard for Learning Technology (IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC, 2001).	38
Figura 4. Arquitectura típica de una Plataforma de E-learning. Fuente: Colace & De Santo & Vento (2003).	39
Figura 5. Arquitectura de Servicios para sistemas de e-learning. Fuente: Xiaofei Liu & El Saddik & Georganas (2003).	40
Figura 6. Arquitectura de un LMS en el campo de la seguridad de la Aviación. Fuente: Yi Guo & Gall (2008).	41
Figura 7. Idiomas soportados por plataformas LMS.	50
Figura 8. Porcentaje de Plataformas LMS comerciales y gratuitas.	50
Figura 9. Arquitectura de las Plataformas de Gestión del Aprendizaje.	51
Figura 10. Cantidad de LMS que presentan funcionalidades para directores, docentes y estudiantes.	51
Figura 11. Porcentaje de Plataformas LMS que utilizan iniciativas de estandarización de contenidos de aprendizaje.	52
Figura 12. Porcentaje de Plataformas LMS que utilizan alguna iniciativa de estandarización de otros recursos de aprendizaje (diferente de los contenidos).	52
Figura 13. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para personas con algún tipo de discapacidad.	53
Figura 14. Porcentaje de LMS que permiten la integración con versiones anteriores.	53
Figura 15. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para integración directa de recursos de aprendizaje.	54
Figura 16. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para actualización de los recursos de aprendizaje modificados remotamente.	54
Figura 17. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para realizar escenarios múltiples de interoperabilidad.	55
Figura 18. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para exportar/importar contenidos de aprendizaje.	55

Figura 19. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para exportar/importar otros recursos de aprendizaje.	56
Figura 20. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para exportar/importar los expedientes de los estudiantes.....	56
Figura 21. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para la localización de recursos de aprendizaje remotos.....	57
Figura 22. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para el diseño, creación y edición de contenidos de aprendizaje.....	57
Figura 23. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para el diseño, creación y edición de evaluaciones.....	58
Figura 24. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para el diseño, creación y edición de otros recursos de aprendizaje, diferentes a contenidos y evaluaciones.....	58
Figura 25. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para compartir recursos de aprendizaje.	59
Figura 26. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para publicar la lista de recursos de aprendizaje que se han habilitado para compartir con otros sistemas.	59
Figura 27. Porcentaje de LMS que implementan capacidades de reedición y actualización de recursos de aprendizaje que se han habilitado como compartidos.	60
Figura 28. Porcentaje de LMS que almacenan sus recursos de aprendizaje apoyados en iniciativas de estandarización.....	60
Figura 29. Porcentaje de LMS que incorporan herramientas para comunicación asíncrona.	61
Figura 30. Porcentaje de LMS que incorporan herramientas para comunicación síncrona.	61
Figura 31. Diagrama de Casos de Uso de una Titulación.	65
Figura 32. Modelo del dominio de una Titulación.....	66
Figura 33. Titulación Conjunta en ambientes de e-learning.	68
Figura 34. Titulaciones Conjuntas en Ambientes Cooperativos de e-learning.	70
Figura 35. Requisitos de publicación, localización e integración de experiencias de los pares..	72
Figura 36. Ejemplo de Escenarios Múltiples de Cooperación.	73
Figura 37. Modelo Conceptual de una Titulación Conjunta.	75
Figura 38. Aplicación del patrón Joint Venture (Islas, 2007), en la descripción del contexto organizativo de una titulación conjunta en ambiente de e-learning.	77
Figura 39. Tareas del rol Director.....	78
Figura 40. Tareas del rol Docente.	79
Figura 41. Tareas del rol Estudiante.....	80
Figura 42. Tareas del rol Cooperante.	81
Figura 43. Protocolos de interacción entre participantes de una titulación conjunta.	81
Figura 44. Vista de Interacción. Protocolo: La Titulación.	82
Figura 45. Vista de Interacción. Protocolo: Preferencias de Aprendizaje.....	83
Figura 46. Vista de Interacción. Protocolo: La Tarea.	84
Figura 47. Vista de Interacción. Protocolo: La Certificación.....	84
Figura 48. Vista de Información de una Titulación Conjunta.	85
Figura 49. Comunidad virtual de aprendizaje posibilitada a través de un LMS.	88
Figura 50. Comunidad virtual de aprendizaje formada por múltiples LMS de distintas Instituciones.	90
Figura 51. LMS Apoyando la federación de recursos de aprendizaje.....	91

Figura 52. Relación entre los requisitos de las titulaciones conjuntas (Capítulo3) y las funcionalidades de los LMS que las atienden (Capítulo4).....	92
Figura 53. Modelo genérico orientado a servicios que permite la integración de LMS en una nube de comunidades.	95
Figura 54. Diagramas de rol asociados a las plataformas de Gestión e Impartición de Titulaciones Conjuntas en Ambientes de E-learning.	96
Figura 55. Tareas que posibilitan la integración de plataformas de gestión e impartición de titulaciones para posibilitar las titulaciones conjuntas en una nube de cooperación de e-learning.	97
Figura 56. Relación entre las funcionalidades que deben contemplar los LMS para posibilitar las Titulaciones Conjuntas, y las tareas que apoyan el desarrollo de dichas funcionalidades.	98
Figura 57. Tareas que se realizan en cada componente del modelo.....	99
Figura 58 Task VisualizarRecursosAprendizajes (Remotos).....	100
Figura 59. Cooperative-task GestionarExpedientesAcademicos.	100
Figura 60. Task GestionarComunicacion.....	101
Figura 61. Cooperative-task GestionarFederacion.....	102
Figura 62. task LocalizarRecursosFederados.....	103
Figura 63. Cooperative-task PortarRecursosAprendizaje.....	104
Figura 64. task FederarRecursosAprendizaje.....	105
Figura 65. Cooperative-task GestionarTitulacion.....	106
Figura 66. Vista de Información de las Plataformas de Gestión e Impartición de Titulaciones Conjuntas en Ambientes de E-learning.....	107
Figura 67. Grid of Recursos de Aprendizaje en Comunidades de E-learning.....	109
Figura 68. Vista lógica de la arquitectura de integración de plataformas de gestión de titulaciones virtuales en nubes de cooperación de e-learning.....	113
Figura 69. Configuración de los servicios de la nube (Paso1).....	118
Figura 70. Configuración de los servicios de la nube (Paso2).....	118
Figura 71. Conexión de <i>IaaS</i> con LMS que presentan persistencia conocida.....	119
Figura 72. Conexión de <i>IaaS</i> con LMS que presentan persistencia no conocida.....	120
Figura 73. Configuración de <i>IaaS</i>	121
Figura 74. Configuración del componente de <i>Virtualización</i>	121
Figura 75. Proceso de <i>configuración de los servicios</i>	122
Figura 76. Conexión de <i>SaaS</i> con <i>PaaS</i>	123
Figura 77. Proceso de Consumo de los Servicios.....	124
Figura 78. Vista de Información de la Arquitectura.....	125
Figura 79. Titulación Compartida por E-Soluciones a la U. de Cartagena y la U. de San Buenaventura.....	132
Figura 80. Arquitectura de Integración del Caso 1.....	138
Figura 81. Escenario de prueba 1 : N.....	138
Figura 82. Escenario de prueba N: 1.....	138
Figura 83. Escenario de prueba 1 : 1 : N.....	139
Figura 84. Titulación de E-Soluciones compartida por la Universidad de Cartagena y la Universidad de San Buenaventura.....	140
Figura 85. Curso de ATutor.....	141
Figura 86. Moodle visualizando un curso de ATutor.....	141

Figura 87. Claroline visualizando un curso de Moodle que a su vez posee contenido de ATutor.	142
Figura 88. Titulación Conjunta generada con recursos de aprendizaje del par ID1 y par ID2.	148
Figura 89. Arquitectura de Integración del Caso 2.	149
Figura 90. Información para acceder a contenidos federados de diversas fuentes de datos.	150
Figura 91. Curso federado desde Moodle, apoyado en el sistema de federación de servicios.	150
Figura 92. Contenido de aprendizaje federado.	151
Figura 93. Distribución de los componentes de la arquitectura en un escenario de colaboración universidad – empresa.	152
Figura 94. Arquitectura de Integración del Caso 3.	159
Figura 95. Comunidad móvil de aprendizaje apoyada en la arquitectura propuesta.	159
Figura 96. Accesibilidad Móvil a Experiencias de Pares de Una Comunidad Virtual de Aprendizaje.	160
Figura 97. Arquitectura de Integración del Caso 4.	168
Figura 98. Interacción de Avatars en la Titulación Conjunta.	169
Figura 99. Vista del Mundo Virtual - Aula Colaborativa.	170
Figura 100. Conversación desde Mundo Virtual.	171
Figura 101. Conversación desde el Chat de Moodle.	171
Figura 102. Avatar Realizando una Evaluación.	171

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Organizaciones de Estándares Internacionales. Fuente: United States Open e-learning Consortium.	32
Tabla 2. Funcionalidades a considerar para hacer posible que un sistema de e-learning pueda cooperar con otros en una nube de e-learning.	93
Tabla 3. Componentes del modelo de integración de LMS y responsabilidades que atienden... ..	94
Tabla 4. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS.....	116
Tabla 5. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración del LMS 1 y LMS 2.	117
Tabla 6. Estructura XML del Esquema Componente.....	126
Tabla 7. Ejemplo del Esquema Componente para una Base de datos como fuente de datos a federar.	126
Tabla 8. Ejemplo del Esquema Componente para un archivo como fuente de datos a federar.	127
Tabla 9. Estructura XML del esquema Exportado.	127
Tabla 10. Ejemplo del esquema Exportado para dos fuentes que ofrecen recursos a federar... ..	128
Tabla 11. Estructura XML del esquema Federado.....	129
Tabla 12. Ejemplo de un esquema federado. Configuración de servicios tomando recursos de fuentes federadas.....	130
Tabla 13. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS del caso de estudio 1.	136
Tabla 14. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS del caso de estudio 2.	148
Tabla 15. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS del caso de estudio 3.	158
Tabla 16. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS del caso de estudio 4.	167
Tabla 17. Publicaciones científicas y proyectos de investigación relacionados.....	179
Tabla 18. Apéndice A: Plataformas Valoradas.	195
Tabla 19. Apéndice A: Evaluación de Características Generales.	197
Tabla 20. Apéndice A: Evaluación de Gestión de Interoperabilidad.	199
Tabla 21. Apéndice A: Evaluación de Gestión de Recursos de Aprendizaje.....	201
Tabla 22. Apéndice A: Evaluación de Gestión de Servicios de Comunicación.....	219

SIGLAS

ADL	: Advanced Distributed Learning Initiative
AGR	: AICC Guidelines and Recommendations
AICC	: The Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee
ANSI	: American National Standards Institute
API	: Application Programming Interface
ARIADNE	: Alliance of Remote Instructional and Distribution Network for Europe
CBT	: Computer Based Training
CERN	: European Laboratory for Particle Physics
CMI	: Computer Managed Instruction
CSCL	: Computer supported collaborative learning
CSCW	: Computer supported cooperative work
DSL	: Digital Subscriber Line
HTML	: Hiper-Text Markup Language
IaaS	: Infrastructure as a Service
IEC	: International Electrotechnical Commission
IEEE	: Institute for Electrical and Electronic Engineers
ILT	: Instructor Led Training

IMS	: Instructional Management Systems.
ISO	: International Standard Organization
LIP	: Learner Information Packaging
LCMS	: Learning Content Management Systems
LMS	: Learning Management Systems
LO	: Learning Objects
LOM	: Learning Objects Metadata
LTSA	: Learning Technology System Architecture
LTSC	: Learning Technologies Standards Committee
PaaS	: Platform as a Service
PROMETEUS	: PROMoting Multimedia access to Education and Training in European Society
QoS	: Quality of Service
QTI	: Question and Test Interoperability
RUP	: Rational Unified Process
RTP	: Real-Time Transport Protocol
SaaS	: Software as a Service
SCORM	: Sharable Content Object Reference Model
SIP	: Session Initiation Protocol
TIC	: Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones
UML	: Unified Modeling Language
URL	: Uniform Resource Locator
VRML	: Virtual Reality Modeling Language
W3C	: World Wide Web Consortium
XML	: Extensible Mark-up Language

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

La enseñanza en las organizaciones de educación superior, es una actividad llevada a cabo conjuntamente mediante la interacción de dos actores: un profesor o docente, un grupo de estudiantes y operando sobre el objeto de conocimiento. Durante el desarrollo de esta actividad, el docente transmite un grupo de conocimientos a los estudiantes a través de diversos medios. Las instituciones de educación superior ofrecen múltiples titulaciones, conformadas por una variedad de cursos o asignaturas dentro de las cuales estructuran el objeto de conocimiento a transmitir a los estudiantes.

En los procesos de educación tradicionales, la interacción entre docentes y estudiantes se realiza en las aulas de clases, para lo cual, los actores deben desplazarse a los escenarios establecidos para ello y atender a la actividad de enseñanza en los horarios fijados previamente por la organización de educación superior.

Hoy en día, las organizaciones universitarias han podido reconocer el papel que juega la cooperación en el desarrollo de la educación superior, consolidándose día a día como una herramienta estratégica para su fortalecimiento continuo. Dentro de los escenarios de cooperación el tema de la movilidad docente y estudiantil (**De Pablos, 2010; García, 2009**) a nivel superior ha sido relevante y permite el acceso a múltiples experiencias de aprendizaje en diversos contextos.

La movilidad académica fortalece a las organizaciones de educación superior. Ello permite la cooperación para el desarrollo de contenidos adecuados a las necesidades que plantean las actividades de enseñanza en las diversas regiones, promueve el intercambio de experiencias entre organizaciones, mejorando el desarrollo y la calidad de las actividades de enseñanza, lo que beneficia a estudiantes y docentes. Por ejemplo, es posible que un estudiante de la Universidad Politécnica de Madrid - España, inscrito en un convenio de movilidad como ERASMUS (**Erasmus Mundus - Scholarships and**

Academic Cooperation), pueda desarrollar contenidos de asignaturas en la Universidad de Oxford – Reino Unido, y posteriormente regresar a continuar con el resto de las asignaturas que establece la titulación que sigue en su universidad de origen.

A pesar de las ventajas mencionadas anteriormente, las instituciones deben solucionar algunos problemas que impiden una movilidad real a todos los niveles: “el coste adicional que supone y la problemática actual sobre el reconocimiento académico” (García, 2009). En los convenios de movilidad los estudiantes y/o docentes deben desplazarse a las instituciones que cooperan, para desarrollar las respectivas actividades de enseñanza, lo que genera disponibilidad de tiempo, costes asociados al desplazamiento y gestión administrativa de las instituciones para coordinar estos procesos.

En muchos casos, los contenidos de curso que se ofertan en los procesos de movilidad son desarrollados de manera conjunta por las diversas organizaciones que cooperan, o cada organización aporta cierto número de contenidos que después es aceptado por cada una de ellas, como parte del proceso de formación que llevan los estudiantes.

El uso de tecnologías de la información y de las comunicaciones, como soporte a las actividades de aprendizaje desarrolladas en los escenarios de colaboración, donde los estudiantes siguen parte de su proceso de formación en otras instituciones, ayuda a solucionar los problemas mencionados anteriormente que impiden una movilidad real, en especial los costes asociados al proceso.

Las actividades de enseñanza mediadas a través del uso de tecnologías, conocidas también como e-learning, fomentan el desarrollo de currículos conjuntos disminuyendo y en muchos casos anulando, costes asociados al desplazamiento y optimizan tiempos en el desarrollo de enseñanza, agilizando también la gestión administrativa que da soporte a estos escenarios. Por ejemplo, para el caso del estudiante mencionado anteriormente, perteneciente a ERASMUS (**Erasmus Mundus - Scholarships and Academic Cooperation**), no necesariamente, tendría necesidad de desplazarse al Reino Unido a realizar los cursos ofertados por Oxford, sino que podría desarrollarlos desde su lugar de origen, pudiendo estos cursos estar integrados a su titulación.

De igual manera que en los modelos tradicionales de enseñanza, en donde dos o más organizaciones pueden realizar convenios de cooperación para desarrollar actividades conjuntas de educación, es previsible que también se desarrollen en los modelos virtuales, debido a que presentan ventajas tecnológicas y mayor oportunidad de crecimiento por la cobertura que la Internet permite alcanzar, ayudando en la era de la información a globalizar el conocimiento e internacionalizar los recursos y registros de aprendizaje.

Para dar soporte a actividades de enseñanza apoyadas en Internet, es necesaria la utilización de una serie de aplicativos software que permiten organizar, facilitar y administrar dichas actividades. Estos aplicativos son conocidos como plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales o comúnmente llamadas en la literatura

como plataformas de gestión del aprendizaje (LMS – Learning Management Systems) (**Boneu, 2007**).

Para que sea viable el marco de convenios de cooperación entre organizaciones universitarias, es necesario que los LMS de cada organización, tengan la facultad de gestionar comunidades (**Cheon & Ahn, 2009; Gordon & Stockdale, 2009; Iriberry & Leroy, 2009**), en las cuales, los miembros de éstas puedan colaborar, compartir y federar recursos y registros de aprendizaje entre sí, esta comunidades se tratarán en el presente documento como comunidades virtuales de aprendizaje o comunidades de e-learning.

A pesar de lo anterior, existe un problema tecnológico que hay que resolver, un problema que está perjudicando la realización de actividades de cooperación apoyadas en tecnologías de la información y de las comunicaciones, el cual es generado por el aislamiento o imposibilidad de cooperar que presentan las tecnologías que dan soporte a los procesos de enseñanza, es decir, los LMS, lo que imposibilita el desarrollo de comunidades virtuales de aprendizaje.

Debido a la heterogeneidad de LMS existentes en el mercado del e-learning y que en general no poseen un factor arquitectónico común (**Boneu, 2007; Rodríguez & De Miguel, 2006**), se imposibilita actualmente que cada una de estas plataformas interopere directamente con los recursos y registros de su contraparte, lo cual fomenta el problema de aislamiento tecnológico que obstaculiza la realización continua y recursiva del marco de los convenios de cooperación y por ende de comunidades de e-learning.

Las titulaciones conjuntas entre organizaciones en ambientes de e-learning, son un tipo de comunidad virtual de aprendizaje, en la que cada miembro de la comunidad aporta sus experiencias (recursos de aprendizaje), con las cuales se conforman servicios de aprendizaje que pueden compartirse a través de Internet, formando una nube de cooperación de e-learning. La imposibilidad actual de las plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales para interoperar y federar experiencias de otros pares, imposibilita la generación de estos espacios; actualmente existen pocas soluciones y no plenamente adecuadas para solucionar este problema, aspecto que será tratado más adelante en el presente capítulo y que constituye el eje principal de las aportaciones de este trabajo de investigación.

A pesar de que en la literatura, se destacan las diferencias entre los términos *cooperativo* y *colaborativo* y que, dicha diferencia está dada por el grado de alcance de los objetivos que los participantes se han fijado; para el presente trabajo, ambos términos son considerados como sinónimos, debido a que la finalidad de los entornos modelados es la generación de espacios de aprendizaje realizados en conjunto por múltiples organizaciones, que pueden ser ofrecidos simultáneamente por los miembros participantes o individualmente por cada uno de ellos a pesar de que los recursos de aprendizaje sean compartidos.

Las comunidades de e-learning, fomentan el intercambio de contenidos de aprendizaje, el traslado de docentes, posibilitan la docencia a distancia ya que disminuye aspectos como: la complejidad del traslado de los materiales de una institución a otra, las migraciones y adaptaciones (Por ejemplo, migración de formatos), costes de desplazamientos de docentes y estudiantes, la organización de archivos y contenidos, sumado al entrenamiento que debe ofrecerse al personal docente y técnico en el manejo de los LMS.

1.2 Motivación e Importancia Científica de la Investigación.

Existen varios problemas por resolver que están imposibilitando la realización de comunidades en una nube de cooperación de e-learning de forma adecuada, ágil, óptima y flexible, en especial el desarrollo de las comunidades denominadas titulaciones conjuntas. Lo anterior está generando aislamiento tecnológico y no permite la realización de espacios colaborativos y de federación de recursos de aprendizaje. Estos problemas son:

1.2.1 Problemas relativos a los servicios de las comunidades de e-learning.

- Encapsulamiento de las Experiencias del Par. Las fuentes de datos que almacenan las experiencias de cada par (Organización) son heterogéneas (DBMS, archivos, etc.) y autónomas. Además cada experiencia puede estar almacenada en formatos propios del par o en alguna iniciativa de estandarización de las tecnologías del aprendizaje, peje: LOM (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC. IEEE 1484.12.1-2002**), SCORM (**Advanced Distributed Learning**), QTI (**Ims Global Learning Consortium, 2006**), etc. Cada par gestiona sus experiencias de forma independiente.

Actualmente no existen mecanismos para permitir a las comunidades, que lo anterior sea transparente para sus usuarios, de tal forma que únicamente deban consumir los servicios de aprendizaje, sin tener noción de la heterogeneidad tecnológica en que éstos son almacenados en los diversos pares que conforman la nube.

- Propiedad Intelectual de las Experiencias del Par. Cada par aporta su experiencia (recursos y registros de aprendizaje) para formar diversas comunidades de e-learning. Sin embargo, estas experiencias en los

escenarios actuales, no se encuentran protegidas, de tal manera que al momento de que el par finalice su participación en la comunidad, pueda llevarse consigo dichas experiencias, garantizando de esta forma sus derechos de propiedad intelectual.

- Confidencialidad de las experiencias del Par. Inexistencia de mecanismos para acceder a las experiencias del par únicamente a través de la comunidad. Lo anterior se refiere a que diferentes miembros pertenecientes a la comunidad han generado conocimientos en sus actividades de aprendizaje; en el momento de formar una comunidad, a menudo sucede que a los miembros no les interesa que todas sus experiencias sean accesibles a otros pares, sólo colocar a disposición de la comunidad aquellas experiencias que desean compartir. Por lo tanto, deben existir mecanismos para describir metadatos de los recursos compartidos, de modo que el LMS pueda tener información para encontrar y federar dichas experiencias.
- Inexistencia de una arquitectura de Servicios de la comunidad. No existe una arquitectura que permita describir la grid de servicios disponibles para formar comunidades de e-learning.
- Escalabilidad de las experiencias del Par. Los LMS actuales no permiten registrar la escalabilidad de nuevas experiencias en la comunidad de e-learning. La escalabilidad es la capacidad de algo, especialmente de un sistema informático, para adaptarse al aumento de la demanda (**Collins English Dictionary**). En los escenarios actuales, hay incapacidad para agregar a las comunidades de aprendizaje, nuevas experiencias de pares nuevos o de ya existentes e incluso la imposibilidad de modificar las experiencias actuales. Lo anterior será nombrado como imposibilidad de escalabilidad horizontal de la grid de servicios de la comunidad.
- Disponibilidad del Servicio. Falta de un descriptor, de servicios que se encuentran disponibles en la grid. Es posible que los pares estén inactivos pero que sigan perteneciendo a la comunidad, ¿en dónde se notifica esto? y ¿en dónde se puede describir que existen otros pares que pueden atender dicho servicio?.

1.2.2 Problemas relativos a las plataformas tecnológicas.

- Los LMS no son aptos para federar las experiencias de cada par que compone la comunidad de e-learning (oferta de Servicios). Tampoco son aptos para generar o integrar tareas y valoraciones de las actividades que se

generan para los miembros de la comunidad. Es decir, no permiten el proceso de formación de la comunidad (**Akram & Allan, 2006**).

- Los LMS no son aptos para descubrir pares con experiencias que permitan crear comunidades de e-learning o apoyar las existentes. Es decir, no posibilita el proceso de iniciación de la comunidad (**Akram & Allan, 2006**).
- Los LMS no son aptos para detectar novedades que se generen en los servicios que conforman las comunidades de e-learning y que puedan afectar la disponibilidad de éstos, es decir, no posibilitan el proceso de mantenimiento de la comunidad (**Akram & Allan, 2006**).

Estos problemas han sido detectados por experiencia del autor al implementar comunidades de e-learning en universidades del Caribe Colombiano (**Ribón & de Miguel & Ortiz, 2009; Rodríguez & de Miguel, 2007; Rodríguez & de Miguel, 2006**), sin embargo, al realizar una revisión de la literatura se observa que son recurrentes en muchas iniciativas que se están desarrollando a nivel mundial (**Di Cerbo, & Doder, & Succi, 2008; Te-Hua & Neil & Yue-Lin & Timothy, 2007; Tseng, & Hsu, & Hwang, 2009**).

Existen varias iniciativas para afrontar el problema de interoperabilidad entre LMS con el fin de que se puedan compartir experiencias de los pares y generar comunidades de aprendizaje. A continuación se realizará una revisión de alguna de las más representativas:

En el marco de las titulaciones conjuntas (**Ribón & de Miguel & Ortiz, 2009; Rodríguez & de Miguel, 2007**) suele afrontarse el problema adoptando como política tecnológica, utilizar una única plataforma LMS para el desarrollo de las actividades en las diferentes organizaciones que han realizado un convenio de cooperación. La solución anterior presenta un alto grado de complejidad en el momento de su implantación. Por lo general los convenios de cooperación presentan un espacio temporal definido y constantemente pueden realizarse diversos convenios entre diferentes organizaciones.

Continuando con lo anterior, ¿se justificaría al realizar un nuevo convenio el tener que volver a capacitar a usuarios en un nuevo LMS, distinto a la plataforma oficial de cada organización?. Muchos usuarios utilizan la infraestructura tecnológica que su organización ha apropiado, en caso de inscribirse a una titulación conjunta, tocaría a estos usuarios aprender a utilizar un nuevo LMS, ¿sería esto recomendable? Hay que plantear la posibilidad de que el usuario tenga que utilizar simultáneamente dos LMS, uno para los cursos que normalmente sigue en sus organizaciones y el otro exigido por la titulación conjunta. ¿Es aceptable incurrir en los costes que se generan al momento de realizarse una nueva apropiación tecnológica?.

Por consiguiente este tipo de solución no es recomendable, especialmente para múltiples escenarios de convenios de cooperación en donde se pueden generar diversas

comunidades virtuales de e-learning, por ejemplo, múltiples titulaciones conjuntas, debido a que estos escenarios son crecientes y dinámicos, es decir, en ellos todos los días suelen aparecer nuevos cooperantes y a su vez dentro de cada convenio suelen actualizarse las experiencias de los pares, utilizadas dentro de las actividades de aprendizaje.

Otra forma de tratar el problema es migrando los registros y recursos de aprendizaje (experiencia de los pares) a cada una de las plataformas que dan soporte a las comunidades virtuales de e-learning, permitiendo a cada organización dentro del marco de un convenio seguir utilizando su respectiva plataformas LMS, con la que normalmente desarrolla sus actividades de aprendizaje.

Actualmente, es una de las alternativas que más se utiliza dentro del campo del e-learning para intentar dar solución al problema de la interoperabilidad entre plataformas LMS. Un aspecto que ha colaborado en la implementación de este tipo de solución es el hecho de que el mercado del e-learning se encuentra trabajando en iniciativas de estandarización que permiten estructurar los registros y recursos de aprendizaje, posibilitando la portabilidad entre diversas plataformas.

Sin embargo, tal y como se explica en el apartado 2.3 del presente trabajo (**numeral 2.3. Evaluación de Plataformas Actuales de Gestión e Impartición de Titulaciones Virtuales**), existen gran cantidad de plataformas LMS que no implementan dichas iniciativas o que lo realizan parcialmente. Adicionalmente, no ayuda el hecho de que las iniciativas de estandarización a la fecha, se encuentran inmaduras, no existen estándares completos que puedan acreditarse como referencia general en la industria LMS para definir los diversos recursos de aprendizaje (**numeral 2.1 - Estado del Arte del E-learning**).

Existen otros factores que inciden en la portabilidad de los recursos de aprendizaje. Dado que los convenios de cooperación suelen estar enmarcados en un espacio temporal, ¿cedería una organización sus recursos de aprendizaje?, normalmente éstos suelen ser costosos, por ejemplo, algunas organizaciones incurren en costos para implementarlos o compran dichos recursos como es el caso de los contenidos de aprendizaje. ¿Qué sucede con las licencias y derechos de autor?, ¿qué sucede con la confidencialidad de la información?, por ejemplo, ¿los expedientes de los estudiantes?.

También, hay que considerar que los procesos de portabilidad y migración de recursos de aprendizaje entre plataformas requieren tiempo y personal con conocimientos técnicos necesarios para llevarlos a cabo, es decir, se necesita de la infraestructura tecnológica y know how para portar dichos recursos.

Por lo anterior, esta medida no es adecuada para la solución del problema tecnológico de interoperabilidad debido al alto costo que representa y a la complejidad de implementación en escenarios múltiples de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning, es un proceso que dificulta el mantenimiento de las comunidades virtuales de e-learning, ya que tiene que realizarse continuamente debido a la dinamicidad de los

recursos de aprendizaje, por ejemplo, al momento de actualizar un curso o evaluación en una plataforma se tendría que migrar y actualizar en todos los LMS que soportan a la comunidad, considerando también que en muchos casos este procedimiento es realizado de forma manual.

Existen algunas iniciativas y proyectos que buscan ofrecer soluciones para interoperar sistemas de e-learning. Entre estas iniciativas vale la pena mencionar la interfaz SQI (Simple Query Interfaz) (**Simon et al., 2005**) desarrollada en el marco del proyecto europeo ELENA, el cual ha finalizado y que tenía como visión la creación de “espacios inteligentes para el aprendizaje”. Esta iniciativa posibilita conectar repositorios de aprendizaje, ya que permite a aprendices corporativos la posibilidad de escoger el recurso más conveniente de aprendizaje, desde bases de datos de cursos hasta librerías de Amazon.

A pesar de ser una buena iniciativa, en SQI aspectos como la dinamicidad de los recursos de aprendizaje y registros de aprendices no son propios a la solución, es decir, no contempla la escalabilidad horizontal de experiencias de los pares. También para utilizarse en el marco de titulaciones conjuntas debería considerar la interoperabilidad con otras experiencias de pares útiles para docentes y estudiantes, como los son los registros de aprendices y sus preferencias de aprendizaje.

Sumado a lo anterior SQI en escenarios múltiples de interoperabilidad puede aumentar la complejidad para administrar y configurar las comunidades virtuales de e-learning, ya que al agregar nuevos cooperantes a una actividad de e-learning, se necesita personal con conocimientos tecnológicos de la plataforma y de la API SQI para definir titulaciones conjuntas, es decir, la implementación en escenarios de cooperación temporales y variantes dónde aparecen y desaparecen constantemente nuevos pares dentro de las comunidades, debe ser gestionada por personal calificado.

HASLHOFER and KLAS (2010) realizan un estudio de técnicas para lograr la interoperabilidad de metadatos. En el proceso de formación de comunidades de e-learning estas técnicas son útiles ya que para federar las experiencias que aporta cada uno de los pares es necesario interoperar los metadatos que los describen. Este documento resalta que existen diversas formas de heterogeneidad que impiden la interoperabilidad de metadatos.

Lo anterior da soporte al problema de encapsulación de experiencia de los pares. En las técnicas descritas se dan aportes para dar solución a este problema, como también se podría dar solución al problema de descripción de una arquitectura de servicios de la comunidad y de confidencialidad de las experiencias de los pares, sin embargo, en el marco de las comunidades de e-learning estas técnicas no describen soluciones referentes a la escalabilidad de experiencias, disponibilidad de servicios y derechos de propiedad intelectual.

BLEIHOLDER y NAUMANN (2008) presentan una visión general y clasificación de diferentes modos de fusión de datos y presentan diferentes técnicas para ello. En el

contexto de la formación de comunidades virtuales de aprendizaje, estos conceptos son útiles debido a que aportan herramientas que pueden utilizarse para conformar servicios de aprendizaje basados en la integración de experiencias aportadas por cada uno de los pares.

BLEIHOLDER y NAUMANN (2008) identifican problemas para la conectividad de diferentes fuentes de datos, por ejemplo la detección de equivalencia de elementos en diversos esquemas (schema matching) y la detección de la descripción de objetos equivalentes.

El trabajo de **BLEIHOLDER y NAUMANN (2008)** detecta y presenta solución al problema de heterogeneidad de fuentes de datos, su integración y presentación a los usuarios a través de una vista unificada. A través de técnicas para la transformación de datos (schema integration y schema mapping) en el contexto de las comunidades de e-learning puede contribuir con la descripción de una arquitectura de servicios de la comunidad y a la encapsulación de las experiencias de los pares. Sin embargo, estas técnicas son descritas principalmente para fuentes de datos estructuradas a través de manejadores de datos (DBMS), quedando la inquietud de su utilidad para integrar experiencias de pares que los LMS pueden almacenar en diversos tipos de archivos, por ejemplo, texto, hojas de cálculo, etc. Este trabajo no aporta criterios para la solución de los otros problemas descritos anteriormente que imposibilitan la formación de las comunidades virtuales de aprendizaje.

VENOGUPAL, BUYYA y ROMAMOHANARO (2006) tratan conceptos relacionados con las Data Grids y los compara con otros paradigmas de distribución e intercambio de datos. Aplicando este trabajo en el contexto de las comunidades virtuales de aprendizaje, se permitiría identificar los problemas relacionados con la encapsulación y confidencialidad de las experiencias de los pares, la propiedad intelectual de estas experiencias y la descripción de una arquitectura de servicios de la comunidad. Lo anterior se identifica al definir las características de las grids de datos.

Además de explicar la taxonomía de las data grids el trabajo anterior describe mecanismos útiles para solucionar problemas que se presentan en el proceso de formación de las comunidades. En el trabajo pueden definirse las data grids como Virtual Organizations, ofreciendo un marco conceptual útil, especialmente para la gestión de las experiencias que aportan cada uno de los miembros de la comunidad, sin embargo, esta solución no puede aplicarse en el contexto de las comunidades de e-learning para dar solución a los problemas de disponibilidad de los servicios y a los problemas que deben atenderse alusivos a las plataformas tecnológicas que dan soporte a la comunidad.

En el campo de la estandarización del e-learning, existen iniciativas que ofrecen soluciones para interoperar con recursos de aprendizaje, por ejemplo IEEE LTSA (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC, 2001**), ADL-SCORM (**Advanced Distributed Learning**) y las recomendaciones AICC (**Aviation Industry CBT Committee**). Sin embargo, implementar estas recomendaciones con el fin de

posibilitar tecnológicamente el desarrollo de convenios de cooperación para la realización de escenarios múltiples de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning, ha sido muy complicado. Muchas de estas implementaciones son informativas más no normativas, algunas se han quedado si actualizar, lo cual hace difícil tomarlas como referencia al momento de realizar implementaciones.

No existe un estándar que predomine en la industria de los LMS, llevando a que mucho de éstos tengan implementaciones parciales de alguna de las iniciativas de estandarización y muchos ni siquiera las implementan, lo que dificulta la interoperabilidad entre este tipo de sistemas (**numeral 2.1 - Estado del Arte del E-learning**).

Se puede observar que no existe una solución óptima al problema de la interoperabilidad entre plataformas LMS, que posibilite generar comunidades virtuales de aprendizaje (comunidades de e-learning), en especial el desarrollo escenarios múltiples de titulaciones conjuntas.

A pesar de que existen esfuerzos en el campo del e-learning por lograr la interoperabilidad entre LMS buscando el desarrollo del mercado de plataformas y recursos de aprendizaje y por tanto una evolución de este sector, sigue generándose aislamiento tecnológico entre estos sistemas imposibilitándose la cooperación.

Muchas de las alternativas de solución al problema de aislamiento tecnológico que imposibilita la generación de comunidades de e-learning, presentan alto grado de complejidad en su implantación y administración, siendo uno de sus puntos débiles el no considerar la dinamicidad de los recursos de aprendizaje y de los registros de aprendices en escenarios que pueden desarrollarse en el marco de los convenios de cooperación para el desarrollo de titulaciones conjuntas, por lo que las iniciativas revisadas no son adecuadas para solucionar el problema de interoperabilidad y aislamiento tecnológico en el marco de las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

En general, son iniciativas muy costosas para los procesos de iniciación, mantenimiento y formación de las comunidades (**Akram & Allan, 2006**), es decir, que no posibilitan el desarrollo de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Debido a lo anterior, se pretende contribuir a la solución de estos problemas, mejorando la integración de plataformas tecnológicas que sirvan para la gestión e impartición de titulaciones conjuntas en una nube de colaboración de e-learning, que acorde a lo tratado hasta el momento pueden considerarse como comunidades de e-learning.

Lo anterior, no será posible al menos que se modelen las comunidades de e-learning y los componentes necesarios de integración a la nube de colaboración, para las plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas, a través de los cuales se acceden a servicios y se da soporte a dichas comunidades.

Esta solución permitirá la integración de plataformas tecnológicas, posibilitando la generación de comunidades de e-learning, como es el caso de las titulaciones conjuntas entre organizaciones (**Ribón & de Miguel & Ortíz, 2009; Rodríguez & de Miguel, 2007**). Además de ser una alternativa óptima, ágil, eficiente, técnicamente viable y económica para que los LMS actuales puedan incorporar y apoyarse en funcionalidades que les permitan generar dichas comunidades, también aporta requisitos de diseño que podrán utilizar los nuevos sistemas para ayudar a la integración, de manera que puedan incorporar estas funcionalidades de forma innata en sus arquitecturas.

Es posible seguir realizando las comunidades de e-learning como actualmente se vienen desarrollando, portando recursos de aprendizaje entre plataformas tecnológicas o intentando interoperar los recursos de aprendizaje de forma binaria (compartiendo recursos únicamente entre dos LMS), sin embargo, no atender los problemas identificados anteriormente, presenta los siguientes inconvenientes al intentar realizar dichas comunidades:

- Pérdida de control sobre las experiencias de los pares.
- Desconfianza en el proveedor de la experiencia.
- Inconformidad legal entre pares.
- Problemas para localizar experiencias de los pares.
- Dificultad para recuperarse de eventualidades que se presenten en la comunidad.
- Imposibilidad de mantenimiento de la grid de recursos de aprendizaje.

Lo anterior perjudica a las organizaciones que desean cooperar para ofrecer servicios de formación a través de comunidades de e-learning, ya que tecnológicamente se imposibilita su proceso de formación (**Akram & Allan, 2006; Iriberry & Leroy, 2009**). No podrán aparecer escenarios como las titulaciones conjuntas (**Ribón & de Miguel & Ortíz, 2009; Rodríguez & de Miguel, 2007**), escenarios de E-learning 2.0 (**Ferretti et al, 2008**), entre otros.

Por lo anterior, considero que el presente trabajo, ha sido útil para responder al interrogante de ¿Cómo se puede contribuir a solucionar el problema de aislamiento tecnológico que está imposibilitando el desarrollo de comunidades virtuales de aprendizaje, en especial la formación de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning?. Se ha podido contribuir a esclarecer la problemática descrita anteriormente, al describir la integración de las plataformas que sirven para la generación de dichas comunidades en una nube de colaboración de e-learning.

1.3 Objetivos del Trabajo

1.3.1 Objetivo general

El objetivo general de la tesis doctoral es:

“Proponer una metodología y una arquitectura de federación de plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning”.

En particular, el objetivo se centra en el diseño de un modelo conceptual del soporte tecnológico en ambientes de e-learning, que posibilite los escenarios de titulaciones conjuntas basadas en tecnologías de la Web (WBT). En la propuesta se analizarán requisitos y aspectos necesarios de las plataformas de gestión del aprendizaje (LMS) existentes para crear escenarios de interoperabilidad, que permitan el desarrollo de titulaciones conjuntas.

1.3.2 Objetivos específicos

Para lograr el objetivo general se han identificado los siguientes objetivos específicos:

1. Modelar los componentes y las actividades que se desarrollan en un escenario de interoperabilidad entre plataformas de gestión del aprendizaje para proporcionar un entendimiento conceptual del dominio del problema.

Este objetivo permite conceptualizar el marco lógico sobre el cual se desarrolla la propuesta. En él, se realizará una descripción de los elementos e información que los LMS comparten durante la interoperabilidad y de la forma como éstos se intercambian con otras plataformas LMS.

2. Definir un modelo conceptual que permita la realización de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Se ha realizado un diseño de la estructura lógica de los componentes que permiten el intercambio de los recursos entre LMS. También se describe la forma como estos recursos pueden ser ubicados desde diferentes plataformas LMS.

3. Definir las funcionalidades de los componentes del modelo conceptual.

Los atributos y operaciones de los diferentes componentes que forman parte del modelo han sido descritos con el fin de identificar la forma de transmitir mensajes entre éstos. Esta descripción podrá utilizarse como referencia documental para los usuarios al momento de realizar implementaciones del modelo.

4. Estudiar el grado de adecuación de plataformas LMS actuales identificando sus limitaciones y las adaptaciones necesarias para realizar titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Se ha evaluado la aplicación práctica del modelo, estudiando LMS que se encuentran en el mercado del e-learning. Se ha valorado el modelo propuesto en casos concretos de interoperabilidad entre LMS, lo cual ayudó a generar conclusiones que se muestran como resultados de la propuesta doctoral.

5. Analizar y proponer el uso de estándares siempre que sea posible para resolver la interoperabilidad entre los sistemas implicados.

Con el fin de garantizar la neutralidad del modelo y la portabilidad de los recursos que se intercambian, se ha contemplado el uso de estándares, en especial de aquellas iniciativas realizadas por organizaciones dentro del campo de aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en los procesos de aprendizaje (**numeral 2.1 - Estado del Arte del E-learning**).

1.4 Ámbito del Proyecto

1.4.1 Definición de e-learning

Existen múltiples definiciones de e-learning* (**Prasart, 2006**), muchas de éstas son resultado de las observaciones y del entorno en el cuál se desarrollan sus autores. Es relativamente un nuevo concepto y gran parte de las anotaciones realizadas en este campo son tema actual de estudio y discusión de organismos y expertos involucrados con esta temática.

* También se utilizan los términos elearning, E-learning o Elearning.

Boneu (2007) define al e-learning como el último paso de la evolución de la educación a distancia y consiste en el aprendizaje a través de las TIC, resaltando que proporciona la oportunidad de crear ambientes de aprendizaje centrados en el estudiante.

Valcheva & Todorova y Asenov (2010) destacan en su trabajo que el e-learning es definido como la enseñanza y el aprendizaje, realizados o distribuidos vía Internet.

Prasart (2006) resume la definición de e-learning, como la técnica de alta eficiencia de transmisión de formación o educación usando tecnologías de la información principalmente ordenadores integrados con tecnologías de Internet y sus infraestructuras. Los contenidos de curso se transmiten a través de Internet, Intranet, Extranet, cinta de audio o vídeo, televisión vía satélite, y CD / DVD ROM.

Urdan y Weggen (2000) definen e-learning como “La transmisión de contenidos a través de medios electrónicos, incluyendo la Internet, intranets, extranets, difusión por satélite, cintas de audio/video, Televisión interactiva y CD-ROM”. A pesar de ser una definición con 10 años de haber sido formulada, es acorde con las definiciones anteriores y hoy en día puede considerarse pertinente para explicar la naturaleza del e-learning. Ellos También describen el e-learning como un subconjunto de la educación a distancia (Ver Figura 1).

Figura 1. Subconjuntos del Aprendizaje a Distancia. Fuente: WR Hambrecht + Co (Urdan & Weggen, 2000).

El punto central de la diversidad de definiciones de e-learning se enfoca en el uso de la tecnología o conjunto de tecnologías para apoyar procesos educativos, en especial las tecnologías de la Internet, por esta razón las definiciones anteriores se han tomado como referencia para el desarrollo del presente trabajo.

El e-learning se compone de tres elementos principales: Contenidos, plataformas y sistemas de comunicación (**Boneu, 2007**). Siendo los contenidos o courseware, las unidades didácticas o módulos reutilizables en un proceso de e-learning, es decir, es el material de aprendizaje que se pone a disposición del estudiante.

Las plataformas de e-learning, son las tecnologías que hacen alusión a todas aquellas herramientas tecnológicas que dan soporte a los sistemas educativos: Redes de comunicación, protocolos, sistemas de administración de aprendizaje (LMS), entre otros. Se ocupan principalmente de la gestión de usuarios, de cursos y de la gestión de servicios de comunicación.

Los sistemas de comunicación son aquellas herramientas síncronas o asíncronas (chats, email, vídeo, etc.) que dan soporte a los servicios que se ofrecen a los participantes de las actividades de e-learning. Con ellas se pueden construir servicios de seguimiento y soporte ofrecido a los estudiantes dentro de los sistemas de e-learning: Tutorías, informes periódicos, evaluaciones, métodos de seguimientos de programas de cursos y de animación y motivación de los estudiantes, calidad de los cursos, entre otros.

Dentro del marco del e-learning han venido madurando varias corrientes o formas de dar soporte a los procesos educativos, cuya definición se caracteriza acorde al tipo de tecnología utilizada y/o los objetivos de aprendizaje que se desean alcanzar al utilizar dicha tecnología.

Algunos ejemplos de las corrientes anteriormente mencionadas o subconjuntos que vienen madurando dentro del e-learning son: el entrenamiento soportado en la Web (WBT), que se apoya en las tecnologías de la Internet en especial la Web (**Boneu, 2007**); el aprendizaje colaborativo soportado en computación (CSCL), que permite a grupos trabajar en conjunto para lograr un propósito común, es decir ayuda a los estudiantes a aprender juntos efectivamente (**Hernandez-Leo et al, 2006**); el entrenamiento basado en computación (CBT), como su nombre lo indica soporta procesos de entrenamiento en el uso de computadoras (**Boneu, 2007; Aviation Industry CBT Committee**), entre otros.

1.4.2 Plataformas de gestión e impartición de titulaciones en ambientes de e-learning

Las Plataformas de de gestión e impartición de titulaciones en ambientes de e-learning, son conocidas también en la literatura como LMS (Learning Management Systems) (**Boneu, 2007**). Son herramientas que permiten gestionar y distribuir recursos de aprendizajes e información de los aprendices a través de la Web, es decir, integran herramientas de colaboración y de gestión que facilitan el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje soportados en las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC), por tal, son el componente tecnológico que posibilita el desarrollo de comunidades virtuales de aprendizaje como es el caso de las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Para el desarrollo de actividades de e-learning, las plataformas LMS implementan funcionalidades que facilitan a los usuarios el desarrollo de estos procesos, entre las cuales tenemos:

- Interfaces de Usuario: Permiten la interacción de los usuarios con las plataformas LMS. Posibilitan a éstos a través de interacciones multimedia, el acceso a los recursos de aprendizaje utilizados durante el desarrollo de una actividad de aprendizaje y permiten la actualización de registros de las experiencias de aprendizaje de los usuarios.
- Capacidades de Registro: Se refiere al almacenamiento de la información concerniente al estudiante, como es el caso de las preferencias de aprendizaje, comportamiento, registros históricos, hojas de vida, etc.
- Repositorios de Recursos de Aprendizaje: Hace alusión a la base de datos de la información, del conocimiento y otros recursos que dan apoyo a las actividades de aprendizaje. Los recursos de aprendizaje pueden representarse como contenidos de aprendizaje, evaluaciones, simulaciones, videos, tutoriales, experimentos, laboratorios, etc.
- Capacidades de Gestión y Administración: Consiste en las funcionalidades que implementan las plataformas LMS para facilitar a los usuarios el seguimiento de las actividades de e-learning, por ejemplo el desarrollo de cursos. También considera las ayudas que las plataformas ofrecen a los administradores para gestionar recursos, registros y usuarios.
- Capacidades Colaborativas: Comprenden las herramientas que permiten a los usuarios colaborar entre sí. Éstas pueden ser de carácter síncrono, como aplicativos de videoconferencia, chat; o asíncronos como mail, pizarras, foros, etc.
- Capacidades de Federación e Interoperabilidad: Permiten a las plataformas LMS compartir sus registros y recursos de aprendizaje con otros sistemas. También permiten la incorporación de recursos producidos por herramientas propias o de terceros, por ejemplo los LMS pueden incluir herramientas de diseño de contenidos de aprendizaje, formando sistemas más completos denominados LCMS - Learning Content Management Systems (**Boneu, 2007**), encargados de diseñar, publicar, distribuir y gestionar dichos contenidos dentro de las actividades de formación.

1.4.3 Titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning

Antes de puntualizar en este tema, es importante comprender en qué consiste una “comunidad virtual”. Las comunidades son definidas como grupos que comparten una preocupación, un conjunto de problemas, o una pasión sobre un tema, y que profundizan su conocimiento y experiencia en este área mediante la interacción de forma continua (**Hara & Shachaf & Stoerger, 2009**). Para el caso de las comunidades virtuales de aprendizaje estos grupos están conformados por organizaciones o personas que comparten experiencias de aprendizaje a través de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC).

Las titulaciones conjuntas son comunidades virtuales de aprendizaje; pueden ser concebidas como espacios en los que dos o más organizaciones comparten esfuerzos para ofrecer grados académicos en conjunto (**Ribón & de Miguel & Ortíz, 2009; Rodríguez & de Miguel, 2007**), para lo cual, cada organización participante aporta experiencias de aprendizaje (coursewares, expedientes académicos, evaluaciones, entre otros) y los comparte con su contraparte, por medio de tecnologías de la información y de las comunicaciones (Ambiente cooperativo de e-learning).

El conocimiento colectivo dentro del marco de titulaciones conjuntas se gestiona por medio de los recursos de aprendizaje, los cuales conforman las experiencias de cada uno de los pares dentro de la comunidad de e-learning. Ellos hacen alusión a la información que es utilizada en las actividades de aprendizaje y pueden representarse como presentaciones, clases particulares, experimentos, lecciones, herramientas, experimentos, laboratorios, materiales de curso, etc. (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC. IEEE 1484.12.1-2002**).

Las comunidades de e-learning ofrecen servicios de aprendizaje conformados por una grid de recursos de aprendizaje (Grid de experiencias de los pares); son accesibles a través de plataformas LMS, las cuales posibilitan federarlos y permiten los espacios colaborativos entre cada uno de los miembros que la conforman.

La experiencia de los pares básicamente es el servicio ofrecido por el par a otros pares y está descrita por los recursos de aprendizaje que posee cada organización.

Los pares, ofrecen diferentes experiencias que pueden agruparse basadas en atributos tales como el tipo de recurso, tipo de servicio, recursos propios y dominio de operación (**Akram & Allan, 2006**), estas experiencias se combinan de tal forma que dan vida a las comunidades virtuales de aprendizaje.

En el proceso de descubrimiento de un servicio de parte de los pares, se requiere el soporte de tecnologías middlewares.

La formación de la comunidad involucra tres procesos básicos (**Akram & Allan, 2006**) y en cada uno de ellos el middleware juega un rol principal, estos son:

- **Proceso de Iniciación:** Activado por la nueva comunidad que se ha creado o por el nuevo par que se ha añadido a una comunidad. La primera tarea de el nuevo par añadido es la de buscar comunidades existentes de las cuales tiene interés en sus servicios, si no las encuentra puede decidir crear una nueva comunidad. En este proceso un coordinador administra los recursos a los pares pertenecientes a las comunidades participantes y se comunica con los coordinadores vecinos de otras comunidades.
- **Proceso de Mantenimiento:** En este proceso, el coordinador es responsable de mantener y mejorar la colaboración; él observa los cambios internos y externos y adapta la comunidad a estos cambios. También, monitoriza el desarrollo de la comunidad y provee servicios básicos a los miembros para garantizar un correcto desarrollo de la comunidad, por ejemplo, el coordinador siempre se encuentra en la búsqueda de nuevos miembros con recursos complementarios a los existentes o valora que recursos de la comunidad se encuentran inactivos o han desaparecido.
- **Proceso de Formación:** Después de creada la comunidad, el primer paso que debe seguir el coordinador es el de crear tareas o un flujo de trabajo basado en los recursos disponibles, competencias, fortalezas y debilidades de los miembros. Este flujo de trabajo puede requerir colaboración con comunidades externas para atender servicios perdidos dentro de la comunidad. Una vez que se ha creado el flujo de trabajo, el coordinador audita el desempeño de cada uno de los miembros y la calidad de las tareas.

1.4.4 Nubes de computación

Las nubes de computación son un concepto reciente de gran interés a nivel científico, empresarial y académico (**Chen et al, 2010**). Ellas permiten aportar una red de recursos computacionales que pueden ser accesibles por los usuarios bajo demanda, dicho usuarios pueden o no pagar por consumir dichos recursos, además estos recursos presentan una alta escalabilidad en sus capacidades acorde a la fluctuación de la demanda.

Hay diversas definiciones de nubes de computación. Grandes compañías como IBM, Sun Microsystems y Microsoft las reconocen como un modelo de negocios de nueva generación, cada definición que se encuentra está dada acorde a las estrategias que se adoptan para llevar a cabo este modelo de negocios.

Chen et al (2010), definen las nubes de computación como un modelo de negocios emergente para el suministro de servicios de computación sobre la Internet de una

forma flexible de servicios seguros, administración segura, eficiente en costos y con una calidad de servicios (QoS) garantizada.

Hu & Hu (2010), definen las nubes de computación como una tecnología para satisfacer las demandas de los usuarios la cual consiste en proveerles recursos de Internet acorde a sus aplicaciones de servicios. Ellos consideran que es una nueva tecnología o una extensión de tecnologías existentes que se ha convertido en una tendencia futura.

IBM Software Group (2010), ha desarrollado el concepto de cloud computing a partir de múltiples ideas, para ellos es la red informática y de servicios públicos que tiene como objetivo proporcionar un ambiente totalmente impulsado por internet, dinámico y escalable de servicios orientado a tecnologías de la información y que se puede acceder desde cualquier lugar utilizando cualquier dispositivo con capacidad Web.

Sun Microsystem (2010), entiende el concepto de las nubes como servicios que son encapsulados y se encuentran disponibles a través de la red. Esta definición abarca tanto los recursos de almacenamiento y de cómputo, vistos como servicios.

Gong et al (2010), describen las nubes como un sistema basado en TCP/IP con una alta integración de tecnologías informáticas tales como microprocesadores rápidos, alta cantidad de memoria, gran velocidad de las redes y confiabilidad en la arquitectura del sistema. También mencionan que a pesar de que existen muchas definiciones acerca de esta temática, lo importante es entender sus características.

Acorde a las definiciones de **Chen et al (2010)**, **Amrhein et al (2009)** y **Gong et al (2010)** se pueden establecer que las nubes de computación presentan las siguientes características:

- Crecimiento dinámico y elástico.
- Libre prestación y administración de servicios.
- Administración y ampliación automática.
- Rentabilidad, y múltiples clientes en función de cada uso.
- Control del servicio: los aspectos de la nube de servicio son controlados y supervisados por el proveedor de la nube. Esto es crucial para de facturación, control de acceso, optimización de recursos, la capacidad de planificación y otros tareas.
- Autoservicio bajo demanda: La demanda y los aspectos de auto-servicio de computación en la nube significan que un consumidor puede utilizar servicios en la nube según sea necesario sin ninguna interacción humana con el proveedor de la nube.

- Ubicuidad de acceso a la red: Las capacidades del proveedor de la nube se encuentran disponibles en la red y se pueden acceder a los clientes a través de mecanismos estándar.
- Bajo acoplamiento. El acoplamiento débil es el fundamento técnico de las nubes computación. A través de la virtualización o de otro tipo tecnologías, las infraestructuras están separados en su parte lógica y física. El comportamiento de una parte en poco afecta a otras partes. Por tal cada componente de la nube de computación puede ser gestionado de forma independiente.
- Basado en TCP/IP. Permite la entrega de servicios entre aplicaciones remotas. Es el protocolo más utilizado en las nubes de computación, aunque pueden existir otros protocolos de comunicación.

Chen et al (2010), definen los siguientes roles dentro de un modelo de nubes de computación:

- Usuarios finales: Son los consumidores de los servicios de las aplicaciones que ofrece la nube de computación. Ellos pueden o no pagar por los servicios que están usando.
- Proveedor de Servicios de la Nube (CSPs): Son los proveedores de las capacidades de la nube de computación. Ellos virtualizan los recursos para colocarlos a disposición de los usuarios finales. Aportan APIs y plataformas para acceder a éstos recursos.
- Proveedor de Herramientas de la Nube (CTPs): proveedor de aplicaciones de terceros de apoyo a las nubes y a las herramientas de gestión. Realizan actividades como el reporte histórico de usos, seguimiento y contabilidad de servicios y de las plataformas que soportan la nube de computación.
- Vendedores de Aplicaciones de la Nube (CAVs): Son los vendedores de las aplicaciones de servicios que soportan a la nube de computación. Ellos se autoabastecen de aplicaciones para acceder a los servicios que ofrece la nube a los usuarios. Generalmente soportan todo el ciclo de vida de desarrollo de aplicaciones que consumen servicios de las nubes.

1.4.4.1 Modelos de entrega o distribución de servicios.

Actualmente, en la literatura pueden observarse tres capas jerárquicas para entrega de servicios en modelos de nubes. Cada capa posee servicios propios y funcionalidades para administrarlos y puede utilizar los servicios de las otras capas. Estas capas son:

- Software como Servicio o Software as a Service (SaaS): En este Modelo de distribución de software un proceso o aplicación es ofrecido como un servicio proporcionado a través de Internet. Dentro de una infraestructura bajo demanda se puede ofrecer una aplicación final, totalmente escalable tanto en número de usuarios como en requisitos de almacenamiento. En vez de instalar las aplicaciones en la infraestructura de los usuarios finales, únicamente se accede a ellas a través de la red, liberando a éstos usuarios de complejas administraciones de dichas aplicaciones. La empresa que ofrece estas aplicaciones es la encargada de administrarlas y actualizarlas y de proveer los mecanismos para acceder a los servicios de la nube de computación.
- Plataforma como Servicio o Platform as a Service (PaaS): En este modelo se ofrecen plataformas para construcción y ejecución de aplicaciones personalizadas. Es una solución que permite encapsular todo el ciclo de vida de construcción de servicios y permite la puesta en marcha de aplicaciones y servicios web completamente disponibles en Internet. En ningún momento se controla la infraestructura de ejecución de las aplicaciones sino que éstas se construyen a través de las APIS de cada nube y los lenguajes de programación que se ofrece para ello.
- Infraestructura como Servicio o Infrastructure as a Service (IaaS): Permite la distribución de infraestructura de computación como un servicio, normalmente a través de una plataforma de virtualización (asignación de máquinas virtuales bajo demanda). Múltiples usuarios finales utilizan la misma infraestructura y pueden pagar o no por las cuotas de uso de ella. En este modelo se pueden ofrecer servicios de servidores, equipamiento de red, almacenamiento, etc.

1.4.4.2 Modelos de implementación

Un sistema de nube (*IaaS*, *PaaS* y *SaaS*) puede colocarse operativa usando cualquiera de los siguientes modelos (Chen et al, 2010; Amrhein et al, 2009):

- Nube Privada: En este modelo los servicios de la nube son propietarios y se distribuyen a los usuarios dentro de un entorno empresarial es decir al interior de la organización. En este modelo se virtualizan y automatizan tecnologías para garantizar la escalabilidad de centros de datos locales mientras se reducen tareas administrativas del sistema.
- Nube Pública: En este modelo se proveen servicios a los usuarios finales que son accesible a través de Internet. Estos servicios son de acceso al público en general y se proporcionan APIs para gestionar los recursos por parte del cliente. Sobre estos servicios puede existir un cierto grado de virtualización pero se asegura el total control sobre la infraestructura computacional. Los recursos pueden ser dinámicamente provisionados en modo autoservicio a través de internet, cogiéndolos del proveedor externo que los factura en función de su uso.
- Nube Híbrida: Es una mezcla de modelos de distribución. Contempla una combinación de los dos modelos anteriores. En este modelo se ofrecen los servicios tanto en modo de pago por uso a usuarios finales (cloud público) como en modo privado sólo para la empresa (cloud privado). También puede definirse como un cloud privado que puede nutrirse de recursos de otros clouds, en este caso públicos. Inclusive existe modelos donde no necesariamente la organización que accede a la nube, posee infraestructura de soporte de nube de computación.
- Nube de Comunidades: Múltiples organizaciones con preocupaciones comunes, que tienen intereses comunes, tales como requisitos de seguridad o una misión común, pueden compartir infraestructura ofrecida por la nube e a través de dominios administrativos para formar una nube de la comunidad. Los componentes de la infraestructura de una nube de la comunidad pueden ser gestionados por una organización asociada o por un tercero.

1.5 Metodología Empleada

La metodología utilizada para el desarrollo del presente trabajo de investigación es de carácter investigadora, práctica, analítica y progresiva como se explica a continuación:

1. Documentación y revisión del estado del arte del e-learning.

Carácter Investigador: Inicialmente se ha realizado una revisión de la literatura que permita conceptualizar el dominio del e-learning, lo anterior ha permitido identificar trabajos afines que se están realizando en el marco de la

interoperabilidad entre plataformas de gestión del aprendizaje y de las comunidades de e-learning.

La identificación de iniciativas de estandarización dentro del e-learning ha permitido complementar el estado del arte, ofreciendo un nivel de referencia para evaluar las iniciativas que se están generando en el mercado de plataformas LMS, que posibilitan la portabilidad e interoperabilidad de experiencias de los pares de la comunidad virtual de aprendizaje.

Esta parte de la metodología ha apoyado el alcance del **objetivo específico No. 1, 4 y 5.**

2. Definición de un modelo conceptual de las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Carácter Investigador y Analítico: Se ha realizado una revisión de la literatura con el fin de identificar modelos relacionados con la implementación de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning. Debido a que no se identifica en la literatura la existencia de dichos modelos, se ha propuesto uno, que ayuda a conceptualizar el dominio del problema.

Esta parte de la metodología ha apoyado el alcance del **objetivo específico No. 2 y 3.**

3. Definición de un modelo de las plataformas tecnológicas que dan soporte a la realización de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Carácter Analítico: Se ha identificado requisitos que deben tener los LMS para propiciar el marco de las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning. Se ha definido un modelo de LMS que cumple con estos requisitos con el fin de que aquellos que presenten limitaciones puedan implementar componentes de enganche (Middleware), que les permita compartir sus recursos y registros con otras plataformas LMS.

Esta parte de la metodología ha apoyado el alcance del **objetivo específico No. 2, 3 y 4.**

4. Evaluación de Plataformas de Gestión del Aprendizaje

Carácter Práctico y Analítico: Tomando una muestra significativa de plataformas LMS comerciales y/o no comerciales, se han evaluado algunas de las características relacionadas con el cumplimiento de los requisitos necesarios para posibilitar el desarrollo de titulaciones conjuntas. Lo anterior ha permitido detectar requisitos que deben cumplirse y sugerir adaptaciones para los LMS con el fin de que puedan compartir sus recursos, con otros LMS pertenecientes a pares de la comunidad virtual de aprendizaje.

Esta parte de la metodología ha apoyado el alcance del **objetivo específico 4.**

5. Modelar la interoperabilidad entre Plataformas de Gestión del Aprendizaje

Carácter Analítico: Apoyados en iniciativas de estandarización de las tecnologías del aprendizaje se ha realizado un modelado de las actividades desarrolladas en un escenario de interoperabilidad entre LMS, lo que complementa el entendimiento conceptual del dominio del problema.

Esta parte de la metodología ha apoyado el alcance del **objetivo específico 1 y 5**.

6. Evaluación del modelo en diversos escenarios de titulaciones conjuntas.

Carácter Práctico y Analítico: Se ha realizado un estudio sobre escenarios específicos propuestos y/o existentes de comunidades virtuales de aprendizaje en especial de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning, en dónde se han evaluado las contribuciones del modelo propuesto, lo que ha ayudado a valorar su viabilidad y a realizar ajustes sobre el diseño, debido a problemas significativos que inicialmente no habían podido ser identificados.

Esta parte de la metodología ha apoyado el alcance del **objetivo específico 4**.

7. Redacción del informe y defensa de la tesis doctoral.

Finalmente se ha realizado la presentación de los resultados obtenidos durante el trabajo de investigación, se resaltan conclusiones acerca de las contribuciones alcanzadas y se identifican posibles líneas futuras como resultado del presente trabajo.

Carácter Progresivo: Una vez culminado y analizado el modelo, Este trabajo de investigación será la base de trabajos futuros de investigación, para lo cual está prevista una etapa de pos investigación práctica analítica para fortalecer el mismo.

La metodología utilizada en la construcción de cada uno de los numerales anteriores es RUP (Rational Unified Process) (**Booch & Rumbaugh & Jacobson, 2000**). Se ha utilizado esta metodología ya que está centrada en la arquitectura, característica que permite conectar e integrar fácilmente procesos, métodos, técnicas y notaciones dentro de la ingeniería del software.

La metodología utilizada para el modelado del comportamiento cooperativo de las comunidades virtuales de aprendizaje y para la definición de un modelo de las plataformas tecnológicas que dan soporte a la realización de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning, es AMENITIES (**Islas, 2007**). Esta metodología ha sido escogida debido a que permite modelar sistemas cooperativos basada en modelo de comportamiento y tareas, considerando aspectos estáticos y dinámicos de estos sistemas, lo cual contribuye al alcance de los objetivos propuestos. Los diagramas utilizados en la descripción de la arquitectura están basados en UML (**Object**

Management Group – OMG, 2007) como lenguaje de modelado, considerado como un estándar en el desarrollo del software.

1.6 Estructura del Documento

El resto de la memoria está estructurada como sigue. El Capítulo 2 detalla la situación del estado del arte del e-learning. La exposición se divide en 2 secciones. La primera dedicada a realizar una revisión de la literatura referente a la naturaleza y evolución del e-learning, de proyectos desarrollados, de tendencias en este campo y de las organizaciones que proponen iniciativas de estandarización de las tecnologías del aprendizaje.

En la segunda aparte de este capítulo se muestra el resultado de la valoración de características que deben poseer los LMS, relacionadas con los requisitos necesarios para posibilitar el desarrollo de comunidades virtuales de aprendizaje, en especial el de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

El Capítulo 3, describe el modelo conceptual de titulaciones conjuntas propuesto, que posibilita el entendimiento del dominio de este tipo especial de comunidad virtual de aprendizaje y la identificación de requisitos funcionales que se deben atender para implementarlas y que los LMS deben considerar para propiciar estos espacios.

El Capítulo 4, presenta el modelo conceptual de las plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas, el cual, considera los requisitos descritos en el capítulo anterior, lo que posibilita que estos sistemas puedan federar experiencias de aprendizaje de otros pares y la colaboración entre sus miembros, propiciando las comunidades virtuales de aprendizaje, en especial las titulaciones conjuntas entre organizaciones.

El Capítulo 5, muestra la arquitectura implementada que posibilita la integración de LMS en una nube de cooperación de e-learning. Ella permite validar el modelo descrito en el capítulo anterior. Esta arquitectura se ha construido basándose en estándares abiertos de la WEB, como son algunas tecnologías Web 2.0 como XML, Ajax, rss, entre otras.

El Capítulo 6, presenta aplicaciones del presente trabajo de investigación y ha sido desarrollado implementando diversos casos de estudios que han permitido validar el modelo y corroborar su utilidad.

Finalmente, en el Capítulo 7 se resaltan las contribuciones originales del trabajo, se presentan conclusiones y líneas futuras de investigación.

2 ESTADO DEL ARTE

Inicialmente, en este capítulo se examina el estado del arte del e-learning, para ello se ha realizado una revisión de la literatura identificando iniciativas y proyectos que permiten describir la evolución de este campo, iniciativas de estandarización de las tecnologías del aprendizaje, proyectos representativos y tendencias en el área.

Finalmente, se ha identificado arquitecturas existentes de plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales, destacando bondades y desventajas que tienen para la generación de comunidades virtuales de aprendizaje.

2.1 Concepto de E-learning

El origen del e-learning se encuentra inmerso dentro del desarrollo de la educación a distancia, especialmente surge del nacimiento, evolución y utilización de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones en el ámbito educativo (**Ver Figura 2**).

Figura 2. Evolución de la Tecnología dentro del e-learning. Fuente: SRI Consulting Business Intelligence <SRIC-BI>.

El origen exacto del e-learning es tema de discusión de muchos investigadores; sin embargo, se puede referenciar como punto de partida la influencia o soporte ofrecido por los ordenadores y redes de comunicaciones al campo de la educación.

El E-learning comienza con los sistemas de entrenamiento basado en ordenadores, conocidos en la literatura como CBT - Computer Based Training (**Boneu, 2007; Aviation Industry CBT Committee**). Desde sus inicios esta nueva estrategia presenta grandes oportunidades para el sector educativo, en donde se comienzan a desarrollar diferentes proyectos, mucho antes de la aparición del PC; por ejemplo, en 1963 el Proyecto *PLATO* - Programmed Logic for Automated Teaching Operations, de la Universidad de Illinois (**Friedland & Hürst & Knipping, 2007**), presentaba una iniciativa para adaptar ordenadores al uso de la instrucción. También se observa el caso del lanzamiento oficial del Computer Based Honors Program - CBHP en 1968 (**The University of Alabama**), en el cual los estudiantes de pregrado aplicaban la tecnología informática a la investigación en una amplia gama de campos.

Entre los años 1984 y 1993, se presentaron grandes avances en las tecnologías de la información y las comunicaciones; el desarrollo de la multimedia, el CDROM, la aparición del sistema Operativo MsWindows (1985), el desarrollo de herramientas de ofimática como Ms-Office, tecnologías de video y audio, el progreso de las redes de ordenadores, son algunos de los avances que ayudaron al desarrollo y masificación de la informática.

Estos grandes avances generaban gran interés en el sector educativo ya que las nuevas herramientas tecnológicas ofrecían un soporte útil e interactivo para la pedagogía, lo que comenzó a transformar las prácticas académicas. Se empieza a desarrollar cursos más transportables y con mayor vistosidad, sumado a que sus contenidos iban apoyados en una riqueza de recursos como gráficos, simulaciones, ejemplos, entre otros. Estos contenidos inicialmente eran distribuidos a través de CD, lo que ayudaba a disminuir los costes académicos (Costos de materiales pedagógicos, de docentes, de presencialidad, entre otros).

Los cursos a través de CD-ROM, permitían crear estructuras de entrenamiento interactivas y presentaciones dinámicas que pueden mantener la atención de los estudiantes, hecho que presentó significativa importancia para su aplicación en diferentes escenarios como es el caso del entrenamiento en los negocios, a nivel empresarial y en especial para la generación de comunidades de aprendizaje.

El desarrollo de la Internet ha sido quien generó un significativo avance del e-learning, especialmente el soporte ofrecido por tecnologías como el World Wide Web¹, las cuales permiten a menores costes y con relativa facilidad, crear nuevas experiencias de aprendizaje y masificar los servicios y contenidos educativos.

En 1993, las técnicas del trabajo colaborativo soportado en computador – CSCW (**Rama & Bishop, 2006; Shenjun Xue & Yi Liu, 2008**), comienzan a aplicarse en el CBT, apareciendo de esta forma el concepto de Aprendizaje Colaborativo Soportado en Computador – CSCL (**Hernandez-Leo et al, 2006**), originándose en 1995 la primera conferencia internacional en CSCL en la Universidad de Indiana en Bloomington (**Tagua de Pepa, 2006**).

Entre 1994 y 1999, las Tecnologías de Internet, en conjunto con los avances de las Tecnologías de audio, video y redes de comunicaciones, cambian la cara del entrenamiento apoyado en herramientas multimedia, lo que llevó a la generación de nuevas iniciativas como el entrenamiento basado en la Web, conocido como Web Based Training – WBT (**Boneu, 2007**), que actualmente es una de las estrategias más utilizadas para capacitación y entrenamiento.

En este período, se observa un desarrollo en la generación de servicios y contenidos de educación, notándose que además de la aplicación en el sector educativo, también se identifica gran presencia a nivel empresarial y comercial, debido a la oportunidad que presenta el aumento exponencial de nuevos usuarios en Internet, lo cual, permitía ampliar la cobertura con inversiones muy bajas.

Desde un comienzo la diversidad de tecnologías, metodologías y estrategias aplicadas al e-learning, han sido utilizadas para satisfacer necesidades de entornos específicos (CBT, WBT, CSCL, online learning, etc.), dificultando su adopción por la industria en general, creando segmentos de mercado totalmente distantes y herramientas no

¹ En 1989 nace en el Laboratorio Europeo de Física de Partículas - CERN: European Laboratory for Particle Physics.

compatibles entre sí; por lo que en el sector se comenzó a observar con gran preocupación la falta de estándares, que posibilitaran un desarrollo del mercado del e-learning con esfuerzos conjuntos que permitiera aprovechar óptimamente la integración de las tecnologías del aprendizaje.

Lo anterior, se puede observar en la literatura existente, por ejemplo **Drira et al (2000)**, proponen una arquitectura para sistemas síncronos de educación a distancia. **Shaozi Li et al (2001)**, proponen una arquitectura básica para CSCW aplicado a un sistema de aprendizaje multimedia, en especial para servicios síncronos. **Martín et al (2006)**, proponen la arquitectura de un sistema que soporta la adaptación basada en contexto en sistemas de aprendizaje móvil o m-learning, entre otros.

Debido a la diversidad de propuestas en el campo del e-learning, se originan organizaciones e iniciativas que buscan resultados claves en los procesos de estandarización, especialmente en reusabilidad e interoperabilidad de herramientas y contenidos, colaboración, metadatos para contenidos de aprendizaje, calidad, aspectos legales, accesibilidad, multilenguajes y multiculturalidad.

El primer organismo creado para realizar un conjunto de normas que llevaran a cabo procesos de entrenamiento soportado en computadoras fue el comité CBT - Computer Based-Training, de la industria de la Aviación - AICC (**Aviation Industry CBT Committee**) en 1988. Debido a que este sector es gran consumidor de formación, decidieron normalizar los requisitos de los cursos ofrecidos por sus proveedores de capacitación, lo que permitía obtener resultados homogéneos al ser implementados.

AICC es un consorcio industrial que produce guías y recomendaciones (especificaciones) para desarrollar entrenamiento basado en computación - CBT, estas guías tocan muchas áreas de interés (hardware, iconos, dispositivos periféricos), pero también definen estándares industriales que son tomados como referencia en la comunidad del e-learning y forman la base de otros estándares como SCORM (**Advanced Distributed Learning**).

En 1997, las iniciativas de estandarización del e-learning continúan, originándose IMS - Instructional Management Systems Global Learning Consortium (**IMS Global Learning Consortium**) y ADL (**Advanced Distributed Learning**).

Dentro del National Learning Infrastructure Initiative - NLII, organización apadrinada por Educause (**Educause**), comienza IMS Global Learning Consortium como un consorcio industrial/académico que desarrolla especificaciones basadas en necesidades identificadas por sus miembros. Actualmente, es una corporación independiente que produce especificaciones abiertas para facilitar el aprendizaje on-line distribuido.

ADL (**Advanced Distributed Learning**), presenta una iniciativa llevada a cabo por la oficina de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca y el Departamento de Defensa de los Estados Unidos; su papel es crear estrategias para el uso de las tecnologías de la información y del aprendizaje, con la finalidad de modernizar la educación y el

entrenamiento y para promover la cooperación en el desarrollo de los procesos de estandarización del e-learning. ADL documenta, promueve, valida y algunas veces financia la creación de especificaciones y estándares procedentes de otras fuentes.

La iniciativa más conocida de ADL es SCORM - Shareable Content Object Reference Model, en español significa: Modelo de Referencia para Objetos de Contenidos Intercambiables (**Advanced Distributed Learning**), a la cual ha incorporado aspectos de modelos anteriores, por ejemplo, de IMS tomó su sistema de descripción de cursos en XML (**The World Wide Web Consortium**) y de AICC el mecanismo de intercambio de información mediante una API. SCORM define un modelo para empaquetar contenidos de aprendizajes y define un API que permite la comunicación entre estos contenidos y los sistemas que los transmiten.

El Learning Technologies Standards Committee –LTSC, también es contemporáneo a las dos iniciativas anteriores y se encuentra dentro del seno del IEEE (**Institute for Electrical and Electronic Engineers**), se trata de un organismo que promueve la creación de una norma ISO - International Standard Organization; una norma general de amplia aceptación. LTSC desarrolla estándares técnicos acreditados, prácticas recomendadas y guías para las tecnologías del aprendizaje.

Además de las anteriores iniciativas también aparecen muchas otras (**Ver Tabla 1**), entre las que cabe mencionar al comité ISO JTC1 SC36 (**JTC 1/SC 36**), formado conjuntamente por la ISO y la International Electrotechnical Commission – IEC, quien se dedica a la normalización de las Tecnologías del aprendizaje.

International Organization for Standardization					
Other International Standards Organizations	FID - International Federation for Information and Documentation IEC - International Electrotechnical Commission IETF - Internet Engineering Task Force IFLA - International Federation of Library Associations and Institutions ITU - International Telecommunication Union UN/CEFACT - Centre for the Facilitation of Procedures and Practices for Administration, Commerce and Transport UNESCO – United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization WIPO – World Intellectual Property Organization				
International Specification Organizations	W3C – World Wide Web Consortium - ANSI Recognized MPEG – Motion Pictures Expert Group – Multimedia Specifications IEEE – ANSI Accredited Engineering and Learning Technology Standards IMS – Diverse International eLearning Specification Development Community OASIS – Diverse International XML Specification Development Communities NISO – National Information Standards Organization – ANSI Accredited				
Organization	USA	Canada	Europe	Australia	Asia - Pacific
Regional Standards Bodies	COPANT	COPANT	CEN ETSI CENELEC UN/ECE	PASC ACSSQ	PASC ACSSQ
ISO National Member Organizations	ANSI	SCC	BSI	SAI	JISC Various
Government Organizations	NIST USED - NCES CFR ADLNet	SCC	AFNOR BSI NEN DIN, etc.	SAI	JISC KATS SACS BIS, etc
Industry Groups	SIF OMG WSI AICC		ECMA		
Consortia	USoeC	Industry Canada	Prometeus ARIADNE	APELC	APELC
Public Portals	VES – Mass. WAVES Other states	SchoolNet and Province Portals	SchoolNet and National Portals	EdNA and State Portals	Various
Gateways and Repositories	GEM Internet Scout MERLOT SMETE OpenVES	OLA Other Province Repositories	ETB	National and State Repositories	Various

Tabla 1. Organizaciones de Estándares Internacionales. Fuente: United States Open e-learning Consortium.

A pesar de los esfuerzos realizados por todas estas organizaciones, el campo de la estandarización todavía se encuentra en sus primeras etapas, actualmente, no existen normativas totalmente aceptadas a nivel mundial que permitan unificar el mercado del e-learning y que posibiliten la reusabilidad e interoperabilidad.

La mayoría de las recomendaciones y especificaciones de estandarización de las tecnologías del aprendizaje se encuentran en borrador (draft), aunque puede destacarse la acreditación por parte de IEEE de LOM (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC. IEEE 1484.12.1-2002**) en Junio de 2002, convirtiéndose en el primer estándar acreditado por esta entidad. Esta especificación entrega una guía acerca de cómo se deben identificar o etiquetar los contenidos y sobre la forma de organizar la información de los alumnos de tal manera que se puedan intercambiar entre los distintos servicios involucrados en un sistema de gestión de aprendizaje - LMS.

En el campo de la estandarización, para los próximos años las organizaciones anteriores centrarán sus esfuerzos en seguir acreditando estándares, especialmente en los siguientes temas: repositorio de contenidos, internacionalización y localización, programas de localización, arquitecturas y plataformas de e-learning.

En los últimos años, se ha observado una notable tendencia a soportar procesos de e-learning a través de la Web – WBT (**Boneu, 2007**), debido a la facilidad de extender, administrar los cursos y de conexión que tienen los estudiantes; por lo anterior, se ha generado un desarrollo de plataformas que permiten integrar soluciones para desarrollar estos procesos, conocidas como LMS - Learning Management Systems (**Boneu, 2007; Colace & De Santo & Vento, 2003**).

Entre las plataformas LMS más populares encontramos: Lotus Web Content Management (**Lotus Web Content Management**), Blackboard (**Blackboard Academic Suite**), Claroline (**Claroline**), ATutor (**ATutor**) y Moodle (**Moodle**).

A pesar de que el e-learning es un campo relativamente nuevo, muchas organizaciones son conscientes de su importancia y del crecimiento que se espera en los próximos años, por ello gran cantidad de empresas ya se encuentran trabajando en ofrecer soluciones de e-learning; instituciones como Sun Microsystems, IBM, Cisco Systems, Oracle, entre otras, han creado estructuras organizacionales encargadas de evaluar y proyectarse en el mercado del e-learning.

Diferentes gobiernos a nivel mundial se han empeñado en definir políticas que apuesten por el desarrollo del e-learning. Por ejemplo, puede observarse que en los informes de la Web-Based Education Commission (**The Web-Based Education Commission, 2000**) y del Departamento de Educación de los Estados Unidos existe un fuerte compromiso de fomentar en todos los niveles la formación On-line.

En el Consejo Europeo de Lisboa, realizado en Marzo de 2000, los jefes de estado fijaron la prioridad de convertirse en “la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, capaz de crecer económicamente de manera sostenible con más y mejores empleos y con mayor cohesión social”. La estrategia del e-learning se convierte en una gran herramienta para ayudar al logro de esta meta, por lo que se lanzó la iniciativa “e-Learning: Concebir la educación del futuro” (**Comisión de las Comunidades Europeas, 2001**), medidas que sirven para coordinar el desarrollo del e-learning en toda Europa y a acercarse al logro propuesto.

Entre las tendencias en el campo del e-learning, pueden identificarse iniciativas de aprendizaje soportadas en: tecnologías de redes de nueva generación, tecnologías móviles, televisión digital, redes inalámbricas, tecnologías inmersivas, entre otras.

El avance de las tecnologías de comunicaciones móviles está fomentando la generación de comunidades móviles de aprendizaje, este tipo de soporte es conocido en la literatura como m-learning (**Wains & Mahmood, 2008**). Por ejemplo, existen iniciativas como la de **Chatti et al (2006)**, en la cual presentan un teléfono inteligente controlado por una

arquitectura móvil de servicios Web para aprendizaje colaborativo. **Liu & Hu & Li, (2009)**, realizan un informe de la situación actual del m-learning en China, en la que los fabricantes de móviles juegan un papel central en la oferta y el desarrollo de productos y servicios de m-learning. **Wains & Mahmood (2008)**, investigan la eficacia y la viabilidad de tecnologías móviles para enseñar y formar a los alumnos a distancia.

Actualmente, se observan proyectos de soporte al aprendizaje con tecnologías de televisión digital; lo anterior es conocido como *T-Learning* (**Rey et al, 2008**). En este campo se pueden observar proyectos como el de **Rey et al (2008)**, en el cual se presenta un nuevo concepto dentro del t-learning, llamado “*entercation*” (*entrenamiento que educa*), donde se utilizan programas de televisión como gancho para atraer a los usuarios a la educación.

Colace & de Santo & Ritrovato (2008), proponen el diseño y la implementación de un framework para T-Learning. Este proyecto realiza el diseño de la plataforma de T-Learning teniendo en cuenta el modelo IEEE LTSA (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC, 2001**) para plataformas de E-Learning y las directrices de Multimedia Home Platform –MHP (**MHP Project**) y del Digital Video Broadcasting – DVB (**DVB Project**), para el desarrollo de aplicaciones y contenidos para televisión interactiva.

Las tecnologías Web 2.0 (**O'REILLY, 2005; Yakovlev, 2007; Murugesan, 2007**) y la aparición de las redes sociales, han posibilitado el desarrollo de comunidades virtuales de aprendizaje, en las cuales sus miembros generan espacios colaborativos y utilizan experiencias que han sido compartidas por cada participante. Entre estos proyectos pueden identificarse las propuestas de: **Lin et al (2007)**, quienes describen un ambiente de aprendizaje síncrono que proporciona agentes de cursos, interfaz clara de usuario y mecanismos de interacción para profesores y alumnos a través de la tecnología AJAX (**Powell, 2008**). **Te-Hua et al (2007)**, proponen una herramienta de diseño de cursos virtuales para garantizar la interoperabilidad entre diferentes especificaciones de e-learning, basadas en tecnologías Web 2.0 de una manera eficiente. **Wever et al (2007)**, centran su estudio en el grado de penetración de la web 2.0 en el campo de la educación, en este estudio tratan conceptos como el de software social y e-learning 2.0.

En escenarios colaborativos entre organizaciones, el concepto de comunidades virtuales de aprendizaje ha comenzado a tratarse recientemente en la literatura; hoy en día es tema de interés de la comunidad científica a nivel mundial, proyectándose como tendencia diversos proyectos de investigación que posibilitan el entendimiento de esta temática, la aplicación en múltiples escenarios y las soluciones a problemas relacionados con este campo.

Como ejemplo de lo anterior, se pueden identificar iniciativas como: **Iriberry & Leroy (2009)**, quienes realizan una revisión de investigaciones en el área de comunidades on-line y proponen una secuencia para la incorporación de condiciones de éxito durante la iniciación y el desarrollo de las comunidades, con el fin de aumentar la posibilidad de

convertirse en una comunidad exitosa, en la que los miembros participen activamente y desarrollen relaciones duraderas.

Otro proyecto, es el propuesto por **Liu et al (2010)**, quienes tratan la ampliación de variables a un modelo existente de Tecnología (TAM), para lo cual proponen una serie de hipótesis que indican que estas variables pueden predecir eficientemente, ¿cuándo los usuarios adoptarán una comunidad de aprendizaje en línea?, es decir, se puede predecir la disposición de los usuarios a aceptar la tecnología basados en su percepción por el uso del modelo TAM. Ellos buscan otros factores que pueden afectar a la intención de utilizar una comunidad de aprendizaje en línea y analizan la relación causal entre los factores identificados.

El concepto de nubes de computación es una extensión y organización de diversas tecnologías; puede observarse como una tendencia futura en diversos campos, en especial en su utilización para el soporte de las actividades de enseñanza. Recientemente comienzan a aparecer iniciativas soportando procesos de formación en tecnologías de Nube. Este concepto permite observar al e-learning como un modelo de negocios orientado a servicios, donde los miembros de las comunidades de aprendizaje pueden consumir servicios bajo demanda desde una plataforma de servicios conformada por múltiples organizaciones.

Entre algunas de las iniciativas recientes de aplicación de las nubes a procesos de aprendizaje pueden mencionarse los siguientes: La Universidad de Southampton (**Chen et al, 2010**) realiza una revisión técnica del dominio de las nubes, esta revisión es realizada con el fin de orientar procesos de investigación relacionados con el tema. **Dong et al (2009,)** presentan un ecosistema de e-learning basado en infraestructura de nubes de computación y menciona mecanismos para la estabilidad, equilibrio, el uso eficiente de los recursos y la sostenibilidad del ecosistema.

La incorporación de nuevas tecnologías, especialmente estándares tecnológicos abiertos, por ejemplo: XML (**The World Wide Web Consortium**), VRML (**Web3D Consortium**), SIP (**IETF - Internet Engineering Task Force**), Web Services (**Booth et al, 2004**), estándares de e-learning; el desarrollo de las tecnologías de las comunicaciones, por ejemplo: la generación de soluciones sobre tecnologías de nueva generación, como Internet2 e Ipv6, la popularización de las tecnologías DSL - Digital Subscriber Line, la implementación de modelos de calidad de servicios, el desarrollo de las redes Wireless, entre otros; seguirán propendiendo en los próximos 5 años por un alto desarrollo del sector del e-learning.

Lo anteriormente mencionado, sumado al impulso que el avance de la Internet está forjando en este campo, generarán una mejora en los servicios y herramientas, en especial aquellas enfocadas a dotar de componentes audiovisuales como videoconferencias, compartición de aplicaciones, simulaciones, etc. Estas nuevas tecnologías permitirán sentar las bases para la generación de nuevas iniciativas en e-learning.

2.2 Arquitectura de Plataformas de Gestión e Impartición de Titulaciones Virtuales

Una arquitectura de LMS permite conceptualizar la estructura de estos sistemas, es decir, permite identificar como están contruidos y el grado de implementación de sus componentes. Lo anterior, da la base para la interoperabilidad entre diferentes LMS y sirve de referencia para la realización de comunidades virtuales de aprendizaje, en especial los escenarios múltiples de titulaciones conjuntas entre organizaciones y para la implementación de nuevas plataformas tecnológicas.

Existen varias arquitecturas para representar plataformas LMS; sin embargo, son definidas para atender necesidades específicas de los entornos para los cuales han sido diseñados y no ofrecen un soporte adecuado para la generación de comunidades virtuales de aprendizaje, como puede observarse a continuación:

Drira et al (2000), definen una arquitectura de capas multi-paradigmas, llamada MPLA; en ella se estructura un enfoque para el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje a distancia soportado en redes, llamado *telelearning*. La arquitectura utiliza diferentes tecnologías para implementación, integración y distribución de los componentes de las aplicaciones.

La arquitectura anterior, es útil para la formación de comunidades virtuales dentro de una organización, presentado múltiples puntos de vista para describir la cooperación, coordinación y comunicación entre usuarios de un sistema de telelearning; sin embargo, no es útil para definir comunidades virtuales que se establecen entre múltiples organizaciones, ya que no describe soluciones a los problemas que están fomentando el aislamiento tecnológico descrito en el numeral 1.2 del presente documento (**1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**); por ejemplo, la arquitectura no contempla funcionalidades para federar recursos de aprendizaje de terceros, proteger propiedad intelectual de las experiencias de los pares, permitir escalabilidad horizontal de experiencias, registrar la disponibilidad de los servicios, entre otros.

El comité para la estandarización de tecnologías del aprendizaje IEEE (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC, 2001**), propone una arquitectura para sistemas de tecnologías del aprendizaje, denominada LTSA.

LTSA, es una arquitectura de alto nivel para sistemas de aprendizaje, educación y entrenamiento soportado en tecnologías de la información, describiendo el diseño y componentes de estos sistemas. Este estándar es neutral respecto a la parte pedagógica, los contenidos, la cultura y las plataformas, por lo tal, identifica bien a este tipo de plataformas.

LTSA provee una estructura para entender sistemas existentes y futuros, promueve la interoperabilidad y portabilidad identificando interfaces de sistemas críticos e incorpora un horizonte técnico (aplicabilidad) para los próximos 5 a 10 años.

A pesar de que el último documento de LTSA fue propuesto en noviembre de 2001 – Draft 9, es aplicable a las plataformas tecnológicas que hoy en día dan soporte a los procesos de formación, por lo cual es relevante su utilización en especial para describir plataformas de gestión del aprendizaje.

LTSA especifica 5 capas (**Ver Figura 3**), la capa 3 (System Components) es normativa dentro del estándar, las demás son sólo informativas. La parte normativa es la esencia del estándar, coloca requisitos técnicos a las implementaciones. La parte informativa sirve de ayuda para clarificar el documento, muestra ejemplos y guías, pero no contiene requisitos técnicos y no forma parte integral del estándar. Las 5 capas son las siguientes:

- *Learner and Environment Interactions (informative)*: Se refiere a la adquisición, transferencia, intercambio, formulación, descubrimiento, etc. del conocimiento y/o información del estudiante a través de la interacción con el ambiente.
- *Learner-Related Design Features (informative)*: Se refiere al efecto que los estudiantes tienen sobre el diseño de los sistemas de tecnología del aprendizaje.
- *System Components (normative)*: Describe la arquitectura basada en componentes, según lo identificado en características centradas e influenciadas en lo humano.
- *Implementation Perspectives and Priorities (informative)*: Describe sistemas de tecnología de aprendizaje desde una variedad de perspectivas referenciando a subconjuntos de la capa de los componentes del sistema.
- *Operational Components and Interoperability — codings, APIs, protocols (informative)*: Describe las interfaces y los componentes “plug and play” genéricos (interoperables) de una arquitectura de tecnología del aprendizaje basada en tecnologías de la información, según lo identificado en las perspectivas del stakeholder.

Figura 3. Capas de la Arquitectura LTSA. Fuente: IEEE Draft Standard for Learning Technology (IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC, 2001).

Cada capa de LTSA describe un sistema a un nivel diferente. Las capas bajas son implementaciones de las capas altas; las capas altas son abstracciones de las capas bajas. Para el desarrollador las cinco capas identifican prioridades de diseño, es decir, priorizan los problemas en orden de importancia; para el administrador, representan 5 áreas independientes de análisis técnico; y para los profesores y estudiantes ayuda a entender el problema paso a paso.

A pesar de que LTSA es un marco de referencia útil para describir tecnologías del aprendizaje, se ha quedado corto para describir comunidades virtuales de aprendizaje que se soportan en este tipo de tecnologías, por varias razones. LTSA no se ha seguido actualizando, sumado a que a excepción de la capa 3, las demás sólo son informativas, lo que no aporta un marco adecuado para la implementación de comunidades. También, no da soluciones a los problemas de federación de experiencias de pares, disponibilidad de servicios, metadatos para descripción de recursos compartidos, es decir, que no es un marco de referencia útil para describir comunidades de e-learning.

Otra iniciativa es la de **Colace & De Santo & Vento (2003)**, quienes proponen un modelo para describir y caracterizar los componentes de las plataforma de aprendizaje on-line. Este modelo lo han utilizado para evaluar muchas de las plataformas comerciales existentes. Dentro de su trabajo presentan una arquitectura típica de las plataformas de e-learning (**Ver Figura 4**). En esta arquitectura se describe y diferencia el concepto de Learning Management System – LMS y de Learning Content Management System – LCMS, describiendo funcionalidades para cada uno de estos sistemas.

Esta arquitectura es útil para describir plataformas del aprendizaje, en especial cuando dan soporte a comunidades que se forman dentro de una organización; ella define cómo se relacionan los actores de la comunidad y las funcionalidades que las plataformas

deben implementar para apoyar dichas relaciones. Sin embargo, no contempla funcionalidades para posibilitar comunidades virtuales de aprendizaje entre organizaciones, como es el caso de las titulaciones conjuntas, ya que no considera la solución a los problemas que están generando aislamiento tecnológico (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

Figura 4. Arquitectura típica de una Plataforma de E-learning. Fuente: Colace & De Santo & Vento (2003).

Xiaofei Liu & El Saddik & Georganas (2003), proponen una arquitectura de servicios para sistemas de e-learning; En ella, se define los componentes que conforman a este tipo de sistemas y los objetos que se transmiten entre estos componentes. Esta arquitectura implementa un modelo de servicios con tecnologías Web Services (**Booth et al, 2004**), para proveer un mecanismo de comunicación entre diferentes LMS (**Ver Figura 5**).

La arquitectura anterior, es útil para la implementación de comunidades de e-learning entre organizaciones ya que describe funcionalidades para la comunicación entre los diversos LMS que poseen cada uno de las entidades miembros de la comunidad, lo anterior lo realiza apoyados en el modelo de servicios y por la utilización de estándares como SCORM (**Advanced Distributed Learning**). Sin embargo, la arquitectura no describe aspectos relacionados con la descripción de recursos que se comparten, los derechos de propiedad intelectual sobre estos servicios, la disponibilidad de los servicios, la escalabilidad horizontal de experiencias de pares; por lo que sólo aporta una solución parcial a la generación de comunidades virtuales de aprendizaje.

Figura 5. Arquitectura de Servicios para sistemas de e-learning. Fuente: Xiaofei Liu & El Saddik & Georganas (2003).

Sánchez et al (2006), presentan una arquitectura para la implantación de la nueva generación de plataformas educativas. En este trabajo, se describen cuales son las tendencias tecnológicas aplicadas a la educación, en la que cabe resaltar: la diversidad y heterogeneidad de LMS, servicios distribuidos a través de Internet, no flexibilidad de LMS para la realización de actividades de e-learning; tendencias que repercuten en la generación de comunidades virtuales de aprendizaje.

La propuesta anterior, describe la formación de Comunidades educativas (consorcios) basadas en organizaciones virtuales, en las cuales se evidencia que es posible ofrecer programas educativos en conjunto entre varias organizaciones con el propósito de formar a sus estudiantes.

No es claro en la propuesta de **Sánchez et al (2006)**, cómo se realiza la federación de recursos de aprendizaje para la generación de los consorcios. Tampoco se contempla en la propuesta, funcionalidades para escalar horizontalmente las experiencias aportadas por los pares, para proteger los derechos de propiedad intelectual de dichas experiencias, para la descripción de metadatos de recursos compartidos y aspectos relacionados con la disponibilidad de los servicios, por lo cual, es necesario complementar esta arquitectura con funcionalidades que permitan atender de forma óptima la solución al problema de aislamiento que imposibilita la generación de comunidades de e-learning (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

Yi Guo & Gall (2008), presentan una arquitectura de software que es apta para apoyar la adaptabilidad y las necesidades de colaboración de los LMS en el campo de la seguridad de la aviación. Ellos identifican requisitos, roles, objetos de aprendizaje y configuración de los cursos en términos de aprendizaje colaborativo y adaptativo. En este trabajo, identifican que muchos LMS actuales no poseen facilidades para colaborar y adaptabilidad. También resaltan que a pesar de que muchos LMS implementan las recomendaciones SCORM (**Advanced Distributed Learning**), esta iniciativa de estandarización presenta posibilidades de navegación limitada, lo que restringe el soporte que pueden ofrecer los LMS.

La arquitectura anterior, está estructurada en 6 capas (**Ver Figura 6**), es útil ya que posibilita que los cursos puedan ser accedidos total o parcialmente por diferentes grupos de estudio y permite la colaboración entre los estudiantes de este grupo lo que posibilita la formación de comunidades virtuales de aprendizaje.

Figura 6. Arquitectura de un LMS en el campo de la seguridad de la Aviación. Fuente: Yi Guo & Gall (2008).

La arquitectura propuesta por **Yi Guo & Gall (2008)**, es útil para formar comunidades virtuales dentro de una organización, ya que considera la interoperabilidad y la adaptabilidad de los recursos de aprendizaje y la colaboración entre los miembros de la comunidad; sin embargo, no contempla la interoperabilidad entre múltiples LMS, ni es consciente de la autonomía y heterogeneidad de estos sistemas, aspecto que dificulta la generación de comunidades virtuales de aprendizaje.

Sengupta & Chaki & Dasgupta (2009), analizan la arquitectura de tecnologías del aprendizaje de IEEE – LTSA (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC, 2001**) y consideran que es abstracta para ser adoptada de manera uniforme por desarrolladores de LMS, por ello, proponen una arquitectura que satisface el estándar LTSA y que sirve para futuros desarrollo de software LMS. En la evaluación de LTSA identifican el grado de implementación de las capas propuestas en la arquitectura en varios LMS actualmente utilizados por diversas organizaciones.

La arquitectura anterior, es descrita a través de diagramas de casos de uso de UML (**Object Management Group – OMG, 2007**) y realiza un modelo híbrido basado en LTSA, el cual es útil para tratar de describir aspectos que son muy abstractos en LTSA, como la negociación de experiencias de pares y la forma de compartir conocimientos entre los actores. Sin embargo, sigue siendo más una propuesta informativa que normativa. Lo cual, la hace difícil de utilizar para unificar criterios, al momento de diseñar LMS, que incorporen funcionalidades para posibilitar las comunidades virtuales de aprendizaje entre organizaciones. Este trabajo, no especifica ¿cómo se federan las experiencias de los pares?, ¿cómo se forman y mantienen las comunidades de e-learning?.

González et al (2009), presentan un enfoque arquitectónico para adaptar un LMS llamado Moodle (**Moodle**) a un enfoque orientado a servicios – SOA, también analizan algunos problemas inmersos en el proceso de adaptación; por ejemplo, el hecho de que los estudiantes no pueden contribuir a crear o modificar experiencias en los LMS actuales y que existen variedad de aplicativos utilizados en los procesos de formación que no son soportados por los actuales LMS, lo que hace que los estudiantes constantemente tengan que abandonar la comunidad de e-learning para poder utilizarlos.

El propósito del trabajo anterior, consiste en definir una arquitectura que permite la exportación de información del LMS y la incorporación de aplicaciones a estas plataformas. Para ello, se revisan un conjunto de especificaciones de interoperabilidad, para asegurar la integración en diferentes plataformas de aprendizaje.

La arquitectura propuesta por **González et al (2009)**, proporciona acceso a servicios de Moodle (**Moodle**) y la integración de una variedad de aplicaciones externas tales como aplicaciones móviles de aprendizaje. Lo anterior es importante ya que se pueden crear servicios para la comunidad e inclusive pueden ser servicios para comunidades móviles. Sin embargo, esta arquitectura no deja claro si es extensible a otros LMS diferentes de Moodle. No es una arquitectura adecuada para el desarrollo de comunidades de e-

learning, dada la heterogeneidad y autonomía de los LMS, sumado a que no soluciona los problemas que están causando aislamiento tecnológico y que perjudican la realización de comunidades virtuales de aprendizaje (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

Jabr & Al-Omari (2010), proponen un framework orientado a servicios para LMS, este soporta integración con diferentes sistemas gestores de bases de datos, por ejemplo: MS SQL Server, MS Access, Oracle and LDAP. Esta propuesta promueve el intercambio de conocimientos a través del aprendizaje colaborativo y permite a los estudiantes localizar y acceder a componentes de aprendizaje desde un lugar remoto y entregarlos a diversos lugares, también permite la portabilidad de recursos de aprendizaje. Lo anterior posibilita la generación de comunidades virtuales de aprendizaje.

A pesar de que es una arquitectura basada en servicios, no describe las funcionalidades que deben implementarse en los LMS para posibilitar las comunidades virtuales entre organizaciones, no aportando solución a los problemas inmersos en los procesos de iniciación, formación y mantenibilidad de estas comunidades (**Akram & Allan, 2006**).

2.3 Evaluación de Plataformas Actuales de Gestión e Impartición de Titulaciones Virtuales

Como se ha mencionado en las secciones anteriores, en los últimos años ha comenzado a surgir una variedad de aplicativos para realizar actividades de educación a través de la Internet, conocidos como plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales o LMS (**Boneu, 2007; Colace & De Santo & Vento, 2003**). Estos aplicativos ofrecen el soporte tecnológico que posibilita la formación de comunidades virtuales de aprendizaje, por lo cual, incorporan funcionalidades para gestionar las experiencias aportadas por cada uno de los pares y para facilitar la colaboración entre los miembros de la comunidad.

A continuación, el presente trabajo describe los resultados de la evaluación de plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales - LMS, que se encuentran en el mercado del e-learning. Los LMS objeto de estudio (48 LMS - **APENDICE A: EVALUACION DE LMS ACTUALES**), han sido escogidas de una población relacionada en las evaluaciones realizadas a estos sistemas por diversos autores y organizaciones. Los estudios y evaluaciones que han servido de base para la escogencia de LMS que actualmente están siendo utilizados son las siguientes:

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura – UNESCO, aporta un portal donde relaciona tecnologías Open Source, para la realización de cursos virtuales (**UNESCO Free & Open Source Software Portal**), en

él presenta un total de 71 herramientas LMS, describiéndolas e identificando cuáles son las de uso más popular.

La Universidad de Maryland (**University of Maryland**), relaciona una serie de aplicativos para el desarrollo y gestión de cursos en la Web (18 LMS), realizando una breve descripción de éstos e indicando las URL donde se puede ubicarlos.

EduTools (**EduTools**), es una iniciativa gestionada por el *WCET – the Western Cooperative for Educational Telecommunications*. Ella realiza una revisión detallada de las funcionalidades que presentan diversas plataformas para la gestión e impartición de titulaciones virtuales, gratuitas y comerciales (40 LMS), permitiendo compararlas unas con otras, apoyados en criterios presentados en la evaluación.

Alcázar & Sánchez & Montero (2006), realizan una comparativa de portales LCMS, 7 en total, identificando funcionalidades técnicas y aspectos de usabilidad de estas plataformas.

Colace & De Santo & Vento (2003), muestran los resultados de una evaluación comparativa de plataformas comerciales actuales, para la realización de cursos virtuales (15 LMS). Ellos evalúan indicadores referentes a los servicios que ofrecen estos sistemas y los comparan entre sí.

De los estudios y descripciones anteriores, se ha seleccionado una muestra significativa (48 LMS) para valorarlos (**APENDICE A: EVALUACION DE LMS ACTUALES**). La valoración de los LMS se ha realizado identificando en estos sistemas si poseen funcionalidades que atienden los indicadores objeto de estudio, posteriormente, se corrobora el resultado con la información que aparece en los estudios anteriormente mencionados. En esta valoración se analizan los siguientes indicadores, los cuales han sido agrupados formalmente por características comunes, que afectan o influyen técnicamente al desarrollo de las comunidades virtuales de aprendizaje, como es el caso de las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning:

2.3.1 Indicadores evaluados.

A continuación se realiza una descripción de los indicadores que serán utilizados para la valoración de las plataformas de gestión e impartición de titulaciones en ambientes de e-learning:

2.3.1.1 Indicadores de características generales

2.3.1.1.1 Idiomas

Es la capacidad de presentar las interfaces y funcionalidades del LMS en el idioma propio de los usuarios. Es posible que el LMS posea capacidades en diferentes idiomas. Este ítem es importante al momento de realizar comunidades virtuales de aprendizaje, debido a que cada organización puede utilizar sus plataformas en el idioma respectivo de los usuarios.

2.3.1.1.2 Arquitectura estándar

Hace referencia a la forma cómo han sido diseñadas y estructuradas las plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales o LMS. Poseer una arquitectura estándar facilita la adaptación de funcionalidades que le permitan interoperar a los diversos LMS.

2.3.1.1.3 Licenciamiento

Cantidad de plataformas de licenciamiento libre o comercial. Es un factor importante que influye en la decisión de adaptación de plataformas LMS actuales, para agregar funcionalidades que posibiliten el marco de comunidades virtuales de aprendizaje, por ejemplo de titulaciones conjuntas.

2.3.1.1.4 Funcionalidades para directores, docentes y estudiantes

Funcionalidades que ofrecen los LMS a estudiantes, docentes y administradores de la plataforma tecnológica, para facilitar la gestión y el desarrollo de las actividades de e-learning.

2.3.1.2 Indicadores de gestión de federación e interoperabilidad

2.3.1.2.1 Integración con versiones anteriores

Especifica si los LMS son respetuosos de sus funcionalidades, con versiones anteriores. Lo anterior influye en la portabilidad e interoperabilidad con recursos de aprendizaje estructurados y almacenados en versiones anteriores del LMS.

2.3.1.2.2 Estándares IMS, AICC, ADL-SCORM y otros

Evalúa la existencia de estándares de las tecnologías del aprendizaje dentro de las plataformas LMS, lo cual influye en la portabilidad de los recursos de aprendizaje y la interoperabilidad de éstos con los diferentes LMS.

2.3.1.2.3 Accesibilidad

Existencia de interfaces o funcionalidades para permitir el acceso a los recursos de aprendizaje de personas con algún tipo de discapacidad.

2.3.1.2.4 Integración directa de recursos de aprendizaje remotos

Existencia de funcionalidades para federar recursos de aprendizaje, es decir, funcionalidades que permitan acceder desde una plataforma de gestión del aprendizaje a recursos que se encuentran almacenados remotamente en otro sistema o en otro LMS. Este ítem es importante para evaluar la existencia de funcionalidades que posibiliten la formación de la comunidad (**Akram & Allan, 2006**).

2.3.1.2.5 Actualización de recursos de aprendizaje remotos

Características funcionales que posibiliten la actualización en tiempo real y de forma transparente para los estudiantes al momento de que un recurso remoto ha sido modificado. Este ítem es importante para el proceso de mantenibilidad de las comunidades virtuales de aprendizaje (**Akram & Allan, 2006**).

2.3.1.2.6 Interoperabilidad en escenarios múltiples

Funcionalidades o arquitectura que posibilite a un LMS interoperar simultáneamente con varios recursos de aprendizaje almacenados remotamente en diversos LMS. Este ítem es importante para evaluar la existencia de funcionalidades que posibiliten la formación de la comunidad (**Akram & Allan, 2006**).

2.3.1.2.7 Exportar / Importar contenidos de aprendizaje

Funcionalidades para realizar operaciones de exportar e importar, con el fin de posibilitar la portabilidad a otros LMS y respaldo de los contenidos de aprendizaje.

2.3.1.2.8 Exportar / Importar otros recursos de aprendizaje

Funcionalidades para realizar operaciones de exportar e importar, con el fin de posibilitar la portabilidad a otros LMS y respaldo de otros recursos de aprendizaje diferentes a los contenidos de aprendizaje.

2.3.1.2.9 Exportar / Importar Expedientes de los estudiantes

Funcionalidades para realizar operaciones de exportar e importar los expedientes académicos de los estudiantes, lo cual posibilita la portabilidad a otros LMS y respaldo de éstos.

2.3.1.2.10 Localización de recursos de aprendizaje

Funcionalidades que permitan a los docentes y estudiantes localizar recursos de aprendizaje que han sido compartidos por terceros y que pueden conformar la estructura de los contenidos de las titulaciones conjuntas. Este indicador es útil para valorar el soporte que el LMS aporta al proceso de iniciación de una comunidad (**Akram & Allan, 2006**).

2.3.1.3 Indicadores de gestión de recursos de aprendizaje

2.3.1.3.1 Edición de contenidos

Funcionalidades propias del LMS para diseñar, crear y editar contenidos de aprendizaje.

2.3.1.3.2 Edición de otros recursos de aprendizaje

Funcionalidades propias del LMS para diseñar, crear y editar otros recursos diferentes a los contenidos de aprendizaje.

2.3.1.3.3 Compartir recursos de aprendizaje

Funcionalidades que permitan de la lista de recursos de aprendizaje que se encuentran almacenados localmente en un LMS, colocar a disposición de cooperantes aquellos que son partes de una titulación conjunta. Con este ítem se valora la existencia en los LMS de funcionalidades que permitan garantizar la confidencialidad de las experiencias de los pares.

2.3.1.3.4 Publicar lista de recursos de aprendizaje compartidos

Funcionalidades que permitan publicar a terceros la lista de recursos de aprendizaje que un LMS ha compartido para interoperar con otros. Con este ítem se valora la existencia en el LMS de funcionalidades que permita relacionar la disponibilidad de los servicios. Este criterio es útil para apoyar el proceso de iniciación de la comunidad (Akram & Allan, 2006).

2.3.1.3.5 Capacidad de reedición – actualización

Funcionalidades que permitan modificar y actualizar los recursos de aprendizaje que un LMS ha compartido para interoperar con otros. Este criterio es útil para apoyar los procesos de formación y mantenibilidad de la comunidad (Akram & Allan, 2006).

2.3.1.3.6 Formatos estándares para almacenar recursos de aprendizaje

Existencia de formatos estándares para estructurar y almacenar recursos de aprendizaje. Lo anterior es útil al momento de que un LMS necesite un recurso y vaya a desplegarlo a sus usuarios.

2.3.1.4 Indicadores de gestión de servicios de comunicación

2.3.1.4.1 Síncronos

Existencia de funcionalidades que permiten a docentes, estudiantes y administrativos comunicarse y/o cooperar dentro de las actividades de e-learning de una manera síncrona.

2.3.1.4.2 Asíncronos

Existencia de funcionalidades que permiten a docentes, estudiantes y administrativos comunicarse y/o cooperar dentro de las actividades de e-learning de una manera asíncrona.

2.3.2 Resultados de la evaluación

2.3.2.1 Resultados de la evaluación de características generales

La mayoría de plataformas de gestión del aprendizaje presentan interfaces en el idioma inglés, aunque se aprecian plataformas que son multilenguajes (**Figura 7**).

Figura 7. Idiomas soportados por plataformas LMS.

Existe mayor cantidad de aplicaciones comerciales que aquellas con licenciamiento gratuito (**Figura 8**); sin embargo, se observa el crecimiento de estas últimas en la industria del e-learning.

Figura 8. Porcentaje de Plataformas LMS comerciales y gratuitas.

De la muestra seleccionada de los estudios anteriormente mencionados, se observa que la mayoría de los LMS no han sido diseñados utilizando como referencia ninguna arquitectura estándar (**Figura 9**), cada cual ha sido diseñado e implementado bajo una arquitectura propietaria, la que por lo general es cerrada, es decir, presentan formatos de almacenamiento de recursos de aprendizaje propios y componentes que únicamente pueden ser utilizados por dicha plataforma. Lo anterior, es uno de los factores que genera el aislamiento tecnológico en las comunidades de e-learning (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

Figura 9. Arquitectura de las Plataformas de Gestión del Aprendizaje.

Se identifican en las plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales, funcionalidades que permiten la administración y gestión de las actividades de e-learning. En la mayoría se diferencian varios tipos de stakeholders, como es el caso del estudiante, el docente y el director (**Figura 10**). A éstos se les asignan roles y prioridades sobre los recursos de aprendizaje.

Figura 10. Cantidad de LMS que presentan funcionalidades para directores, docentes y estudiantes.

2.3.2.2 Resultado de la evaluación de la gestión de federación e interoperabilidad

Referente a los contenidos de aprendizaje, se observa que para el mercado de los LMS, es importante asegurar la portabilidad de éstos; gran cantidad de plataformas estructuran sus contenidos basados en iniciativas de estandarización de contenidos de

aprendizaje, como es el caso de IMS Content Packaging (**Ims Global Learning Consortium, 2007**) y ADL-SCORM (**Advanced Distributed Learning**). A pesar de lo anterior un porcentaje significativo de plataformas utiliza sus propios formatos para estructurar los contenidos de aprendizaje (**Figura 11**).

Figura 11. Porcentaje de Plataformas LMS que utilizan iniciativas de estandarización de contenidos de aprendizaje.

Otros recursos de aprendizaje, por ejemplo: evaluaciones, información del aprendiz, preferencias y objetos de aprendizaje, archivos de recursos, entre otros; en general son estructurados con formatos propios de las plataformas LMS. En muy pocos casos, estos recursos son almacenados tomando como referencia iniciativas de estandarización como IMS Question & Test Interoperability (**Ims Global Learning Consortium, 2006**), IMS Digital Repositories Specification (**Ims Global Learning Consortium, 2003**), IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective (**Ims Global Learning Consortium, 2002**), IMS Meta-data Specification (**Ims Global Learning Consortium, 2006**), IMS Learner Information Package Specification (**Ims Global Learning Consortium, 2005**), entre otros (**Figura 12**).

Figura 12. Porcentaje de Plataformas LMS que utilizan alguna iniciativa de estandarización de otros recursos de aprendizaje (diferente de los contenidos).

Del estudio realizado, en general, puede observarse que son escasas las funcionalidades en los LMS para facilitar la realización de las actividades de e-learning a personas que presentan algún tipo de discapacidad física (**Figura 13**).

Figura 13. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para personas con algún tipo de discapacidad.

En las funcionalidades que presentan los LMS, no es fácil identificar si éstos incorporan capacidades para garantizar la compatibilidad con versiones anteriores de su misma plataforma, es decir, no es evidente el observar si los recursos de aprendizaje son portables a través de las diferentes versiones de una misma plataforma (**Figura 14**). Esta portabilidad por lo general, la realizan empaquetando los recursos de aprendizaje, apoyados en algún tipo de iniciativa de estandarización de tecnologías del aprendizaje.

Figura 14. Porcentaje de LMS que permiten la integración con versiones anteriores.

Los LMS no implementan funcionalidades para federar recursos de aprendizaje, es decir, para acceder de forma directa y natural a los recursos de aprendizaje que se encuentran almacenados en otros sistemas u otros LMS (**Figura 15**). Aquellos que pueden interoperar, por lo general se apoyan en componentes middleware, implementados a través de Web Services (**Booth et al, 2004**) o por medio de la

implementación de iniciativas de estandarización como es el caso de SCORM Run Time Environment (**Advanced Distributed Learning**).

Lo anterior, es un indicador de que las plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales, no están preparadas para apoyar el desarrollo de comunidades virtuales de aprendizaje, como es el caso de las titulaciones conjuntas entre organizaciones, ya que no presentan funcionalidades para facilitar el proceso de formación de la comunidad (**Akram & Allan, 2006**).

Figura 15. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para integración directa de recursos de aprendizaje.

Aquellos LMS que presentan funcionalidades para integrar recursos de aprendizaje remotos, por lo general no implementan capacidades que permitan actualizar y mostrar a sus usuarios en tiempo real las modificaciones que se han realizado a los recursos de aprendizaje federados (**Figura 16**).

Lo anterior es un indicador de que las plataformas LMS actuales no se encuentran preparadas para dar soporte al proceso de mantenibilidad de las comunidades (**Akram & Allan, 2006**).

Figura 16. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para actualización de los recursos de aprendizaje modificados remotamente.

En las plataformas evaluadas no se observan componentes que permitan a un LMS realizar escenarios múltiples de interoperabilidad (**Figura 17**), es decir, interoperar simultáneamente con varios LMS (escenarios N: N), o interoperar con LMS que se encuentran federando recursos de aprendizaje de otros LMS (escenarios 1: N: N).

Lo anterior es un indicador de que los LMS no se encuentran preparados para registrar la escalabilidad de las experiencias de los pares (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**) y los procesos de iniciación, formación y mantenibilidad de la comunidad (**Akram & Allan, 2006**).

Figura 17. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para realizar escenarios múltiples de interoperabilidad.

Algunas plataformas LMS presentan la funcionalidad de importar / exportar contenidos de aprendizaje (**Figura 18**); más para otros recursos de aprendizaje, es muy baja la proporción de LMS que realiza estas operaciones (**Figura 19**). Lo anterior, es la forma más usual de permitir la portabilidad de los contenidos y de otros recursos entre diferentes LMS, aunque por lo general la portabilidad se realiza entre usuarios que poseen la misma plataforma.

En estos procesos de portabilidad de experiencias de los pares (recursos de aprendizaje), no se identifican mecanismos para garantizar los derechos de propiedad intelectual que los diferentes miembros de la comunidad tienen sobre las experiencias aportadas.

Figura 18. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para exportar/importar contenidos de aprendizaje.

Figura 19. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para exportar/importar otros recursos de aprendizaje.

Para el caso de los expedientes académicos, se observa que estos son almacenados en formatos propios de las plataformas de gestión del aprendizaje, y no son portables a otros sistemas (**Figura 20**), lo que dificulta el acceso a este tipo de experiencias de los pares de la comunidad.

Figura 20. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para exportar/importar los expedientes de los estudiantes.

Los LMS no implementan funcionalidades que les permita localizar los recursos de aprendizaje que se encuentran almacenados remotamente y que otro LMS ha habilitado como disponibles para compartir (**Figura 21**). Aquellos que pueden localizar y acceder a recursos de aprendizaje remotos por lo general lo realizan apoyados en iniciativas de estandarización como es el caso de SCORM Run Time Environment (**Advanced Distributed Learning**).

Lo anterior es un indicador de que los LMS no se encuentran preparados para apoyar el proceso de iniciación la comunidad (**Akram & Allan, 2006**).

Figura 21. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para la localización de recursos de aprendizaje remotos.

2.3.2.3 Resultado de la evaluación de la gestión de recursos de aprendizaje

A continuación, puede observarse que gran cantidad de LMS incorporan capacidades para el diseño, creación y edición de contenidos de aprendizaje (**Figura 22**), es decir, que pueden ser considerados como plataformas de gestión de contenidos de aprendizaje – CLMS (Boneu, 2007; Colace & De Santo & Vento, 2003).

Figura 22. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para el diseño, creación y edición de contenidos de aprendizaje.

Las plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales implementan funcionalidades para el diseño, creación y edición de evaluaciones (**Figura 23**); por lo general las más utilizadas son los cuestionarios de evaluaciones de selección múltiple.

Figura 23. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para el diseño, creación y edición de evaluaciones.

No ocurre lo anterior, para la gestión de otros recursos de aprendizaje diferentes a los contenidos y a las evaluaciones, por ejemplo, archivos, simulaciones, animaciones, etc. (**Figura 24**). Los LMS distribuyen estos recursos previamente elaborados con aplicativos de terceros.

Figura 24. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para el diseño, creación y edición de otros recursos de aprendizaje, diferentes a contenidos y evaluaciones.

Las plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales no incorporan funcionalidades que les permitan habilitar sus recursos para compartirlos con el fin de que sean accesibles para otros sistemas u otros LMS (**Figura 25**), es decir, que les posibilite compartir sus recursos para que otros LMS puedan acceder a ellos de una manera directa. Aquellos que lo permiten lo hacen apoyados en iniciativas de estandarización como es el caso de ADL-SCORM (**Advanced Distributed Learning**).

Figura 25. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para compartir recursos de aprendizaje.

Sin embargo, aquellos que permiten compartir recursos de aprendizaje no implementan funcionalidades para publicar la lista de recursos compartidos, de tal forma que los sistemas remotos puedan conocer con cuales de los recursos del LMS pueden interoperar, formar servicios de aprendizaje y determinar la forma de interactuar con dichos recursos.

Lo anterior, es un indicador de que los LMS no se encuentran aptos para apoyar los proceso de iniciación y formación de la comunidad (Akram & Allan, 2006). También es evidencia de que no poseen una arquitectura de servicios ofrecidos a la comunidad, ni relación de la disponibilidad de dichos recursos (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

Figura 26. Porcentaje de LMS que implementan funcionalidades para publicar la lista de recursos de aprendizaje que se han habilitado para compartir con otros sistemas.

Debido a las características que algunos LMS presentan como gestores de contenidos, estos implementan funcionalidades que le permiten modificar y actualizar los recursos

de aprendizaje que se encuentran localmente almacenados y que se han habilitado como compartidos para que otros sistemas puedan utilizarlos (**Figura 27**).

Figura 27. Porcentaje de LMS que implementan capacidades de reedición y actualización de recursos de aprendizaje que se han habilitado como compartidos.

A pesar de que existe en la industria del e-learning, plataformas que han implementado algún tipo de iniciativa de estandarización que les permite portar los recursos de aprendizaje, en especial los contenidos; todavía existen gran cantidad de LMS que no almacenan los recursos apoyados en alguna de estas iniciativas (**Figura 28**), es decir, por lo general, éstos se almacenan en bases de datos o archivos de disco, que poseen formatos propios y cuando se desean migrar, se pueden convertir o exportar a algún tipo de iniciativa como es el caso de ADL SCORM (**Advanced Distributed Learning**). Lo anterior dificulta la federación de experiencias de los pares para formar servicios de la comunidad.

Figura 28. Porcentaje de LMS que almacenan sus recursos de aprendizaje apoyados en iniciativas de estandarización.

2.3.2.4 Resultado de la evaluación de la gestión de servicios de comunicación

En general las plataformas ofrecen variedad de herramientas que posibilitan la colaboración asíncrona (**Figura 29**), como es el caso del correo electrónico, foros, calendarios, páginas personales, entre otras. En el caso de la colaboración síncrona, se aprecia que las plataformas implementan algún tipo de herramientas, siendo la más utilizada el chat, apreciándose que predominan las implementaciones propietarias de este tipo de aplicativo (**Figura 30**). Son pocas las plataformas que implementan pizarras, videoconferencia, audioconferencia, aunque algunas permiten la colaboración síncrona a través de aplicativos de terceros.

Figura 29. Porcentaje de LMS que incorporan herramientas para comunicación asíncrona.

Figura 30. Porcentaje de LMS que incorporan herramientas para comunicación síncrona.

Dentro del mercado del e-learning existen algunos LMS que han tenido gran aceptación, especialmente en el WBT, entre estos pueden nombrarse Lotus Web Content Management (**Lotus Web Content Management**), Blackboard (**Blackboard Academic Suite**), Claroline (**Claroline**), ATutor (**ATutor**) y Moodle (**Moodle**).

Pueden destacarse a continuación algunas características que poseen estas plataformas, que han sido clave para que esto se haya dado:

- **Respaldo y Soporte:** Las organizaciones buscan plataformas estables y fiables, con las que puedan dar soluciones a sus necesidades de formación y con facilidad de soluciones al momento de presentarse problemas o inquietudes.

En el caso de las plataformas comerciales el respaldo y soporte es ofrecido por las casas desarrolladoras del LMS y en las plataformas gratuitas el soporte lo ofrecen sus comunidades de desarrolladores extendiendo estas funciones a las comunidades virtuales que los utilizan.

- Interfaces amigables y en el idioma natural de los usuarios.
- Facilidad para el seguimiento de cursos.
- Diversidad de herramientas colaborativas
- Facilidad de adquisición y de apropiación tecnológica
- Facilidad para portar recursos de aprendizaje, soportados en iniciativas de estandarización, en especial los contenidos de aprendizaje.
- Diversidad de funcionalidades de Gestión y Administración de la plataforma y de las actividades de aprendizaje.

La industria de plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales – LMS, está jugando un papel importante en el desarrollo del e-learning, en especial las de carácter gratuito, debido a que son fácilmente asequibles, estables y fiables, además que están permitiendo un desarrollo acelerado de las comunidades virtuales de aprendizaje.

3 CONCEPTUALIZACION Y CLASIFICACION DE TITULACIONES CONJUNTAS

Para poder integrar herramientas que permitan soportar titulaciones conjuntas debemos poder establecer una arquitectura de referencia, donde se identifiquen elementos comunes y se puedan establecer relaciones sólidas entre unos sistemas y otros. Para ello, es necesario conceptualizar y clasificar funciones de cada uno de los actores que intervienen en estos procesos.

En este capítulo, se analizan las titulaciones conjuntas soportadas en tecnologías de la información y de las comunicaciones; para ello, inicialmente se describe conceptualmente el dominio de una titulación que es realizada por una sola organización. Posteriormente, se aborda la conceptualización de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning, vistas como comunidades virtuales de aprendizaje realizadas entre diversas organizaciones y extrayendo un modelo conceptual para ellas.

Este capítulo, aporta guías que son utilizadas como requisitos funcionales que deben atender las plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales para hacer posible su utilización en titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning. Los resultados de este marco teórico han sido valorados y considerados en diversas publicaciones y eventos internacionales con revisión por pares (**Ribón & de Miguel & Monroy, 2010; Monroy & Ribón & de Miguel, 2010; Ribón & Monroy & González, 2010; Ribón et al, 2010; Ribón, & de Miguel & Ortíz, 2009; Rodríguez & de Miguel, 2007**).

3.1 Concepto de una Titulación

Una *titulación* puede definirse, como el conjunto de estudios realizados en una institución, mediante los cuales, ésta otorga al estudiante algún certificado, diploma o título académico.

El modelo conceptual de una *titulación*, se describe utilizando un modelo de alto nivel de abstracción, independiente de la implementación computacional, para ello inicialmente, se definirá ¿qué hace el sistema?, a través de un modelo de requisitos soportado en diagramas de casos de uso de UML (**Object Management Group – OMG, 2007**). Posteriormente, se describe ¿qué es el sistema?, utilizando un modelo de dominio definido a través de diagramas de clases conceptuales (**Larman, 2003**).

3.1.1 Requisitos funcionales de una titulación

Una *titulación* puede estar conformada por uno o más cursos académicos. Para caracterizar correctamente una titulación se deben tomar en consideración las siguientes acciones (**Figura 31**):

1. Una organización académica oferta una titulación.
2. Los directores (coordinadores) de la organización académica crean cursos.
3. Un docente es asignado para orientar cada curso.
4. Los estudiantes se matriculan en un curso.
5. El docente diseña actividades y evaluaciones que el estudiante desarrolla.
6. El docente califica las actividades y evaluaciones del estudiante.
7. El director verifica que el estudiante ha aprobado el curso.
8. La organización entrega certificado de aprobación de titulación al estudiante.

Figura 31. Diagrama de Casos de Uso de una Titulación.

Dentro de una titulación es posible identificar múltiples roles, pero solo para casos muy especiales que no afectan al modelo general, que por otra parte es común a la mayoría de los sistemas existentes, en buena medida se pueden integrar en alguno de los siguientes actores básicos:

Pueden identificarse varios actores (stakeholders) dentro de una titulación:

1. *Estudiante*: Realiza la tarea de aprendizaje, a través de las siguientes acciones: Matricularse, desarrollar contenido de los cursos, actividades y evaluaciones; comunicarse con otros actores.
2. *Docente*: Encargado de realizar la actividad docente, orientando el desarrollo de los cursos, diseñando y calificando las actividades desarrolladas por los estudiantes. El docente atiende las inquietudes de los estudiantes dentro de un curso y administra los recursos de aprendizaje que componen dichos cursos.
3. *Director*: Es quien está a cargo de la administración de los historiales de los cursos, aprobación de los certificados de los estudiantes, planificación y diseño de las titulaciones.

3.1.2 Dominio del sistema

En el marco de una titulación, el docente utiliza para estructurar los cursos que el estudiante va a desarrollar, las experiencias de aprendizaje que se incorporan o diseñan y generan dentro de la organización, las cuales se identifican a través de los recursos de aprendizaje: contenidos, evaluaciones, archivos, simulaciones, etc. Dentro de estos cursos, el estudiante debe llevar a cabo una serie de actividades (trabajos de clases, investigaciones, etc.), para posteriormente ser evaluado por el docente. El resultado de estas evaluaciones es registrado en el expediente académico del estudiante. Posteriormente, este expediente es revisado por los directores (coordinadores) de los cursos para verificar si las competencias han sido adquiridas y poder otorgar una certificación o diploma, con la cual, quede constancia de que el estudiante ha desarrollado el curso satisfactoriamente. Lo anterior, se describe en el siguiente diagrama (**Figura 32**):

Figura 32. Modelo del dominio de una Titulación.

3.2 Concepto de Titulaciones Conjuntas

Después de conceptualizar el dominio de una titulación, en este apartado se describe un modelo conceptual de las titulaciones conjuntas, en concreto aquellas soportadas en tecnologías de la información y de las comunicaciones, es decir, en ambientes de e-learning. Para esta descripción se utiliza como metodología de modelado a AMENITIES (Islas, 2007), que permite modelar sistemas cooperativos y está basada en modelo de comportamiento y tareas, contemplando aspectos dinámicos e integrada en UML (Object Management Group – OMG, 2007).

AMENITIES (Islas, 2007), ha sido escogida como metodología, debido a que aporta diferentes vistas complementarias que consideran aspectos relativos a grupos, tareas y estrategias de interacción; conecta y se integra fácilmente con procesos, métodos, técnicas y notaciones dentro de la ingeniería del software y utiliza a UML (Object Management Group – OMG, 2007) como lenguaje de modelado, el cual es considerado como un estándar en el desarrollo del software.

En las titulaciones conjuntas se ofertan servicios de aprendizaje, previamente estructurados por los docentes o directores de la titulación, que pueden ser accedidos por los estudiantes y responden a las necesidades de su proceso de aprendizaje, de forma flexible y adaptativa. Estas titulaciones conjuntas apoyadas en TIC, presentan las siguientes características:

- *Recursos comunes compartidos:* Cada organización cooperante aporta recursos de aprendizaje que se comparten para servir a múltiples estudiantes.
- *Accesibilidad:* los recursos están disponibles en la red y se accede a ellos a través de diversos dispositivos y/o tecnologías heterogéneas (LMS, redes sociales, teléfonos móviles, computadores portátiles, etc.). No hay necesidad de conocer la infraestructura detrás de la titulación conjunta, para ofrecer servicios de aprendizaje accesibles a los estudiantes de las diversas organizaciones que cooperan y que pueden fácilmente crecer, funcionar rápido y estar disponibles cuando los necesiten.
- *Autoservicio por demanda:* Los directores pueden añadir o quitar recursos de aprendizaje de la titulación conjunta sin interacción de cada uno de los administradores de los LMS de cada organización cooperante.
- *Acceso masivo:* Variedad y cantidad de estudiantes y docentes pertenecientes a cada organización cooperante, interactuando en la titulación conjunta.

- *Distribución geográfica*: Posibilidad de convenios de cooperación para realizar titulaciones conjuntas entre múltiples organizaciones que pueden estar en diversas regiones geográficas: ciudades, países, etc.
- *Escalables*: Reacción rápida a cambios, cuando aparecen nuevas organizaciones que ingresan a la titulación conjunta aportando recursos de aprendizaje o ante nuevos recursos de aprendizaje agregados por las organizaciones existentes.
- *Acuerdos a nivel de servicios*: Las organizaciones que se reúnen para realizar titulaciones conjuntas negocian previamente los alcances de la titulación y los servicios con que cada una contribuirá a ésta.
- *Multipropósito*: El sistema permite a diferentes estudiantes compartir la infraestructura de servicios de aprendizaje sin preocuparse de ello y sin comprometer su seguridad y privacidad.

Las titulaciones conjuntas, dadas sus características, pueden ser concebidas como comunidades de aprendizaje, es decir, como espacios de cooperación en los que dos o más organizaciones comparten esfuerzos para ofrecer grados académicos conjuntos (Tauch & Rauhvargers, 2002), para lo cual, cada organización participante aporta recursos de aprendizaje y comparte sus experiencias de formación con su contraparte.

En las titulaciones conjuntas desarrolladas en ambientes de e-learning, los espacios de cooperación se desarrollan apoyados en tecnologías de la información y de las comunicaciones – TIC (Figura 33). En éstos, cada organización participante, aporta recursos de aprendizaje y puede federar recursos almacenados en las plataformas tecnológicas de su contraparte, formando comunidades virtuales de aprendizaje, las cuales son escenarios cooperativos de e-learning.

Figura 33. Titulación Conjunta en ambientes de e-learning.

Para conceptualizar *las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning*, se utilizan diagramas de caso de uso de UML (**Object Management Group – OMG, 2007**). Posteriormente, dada la naturaleza cooperativa de estos escenarios, se define ¿qué es el sistema?, apoyados en un modelo de dominio realizado con diagramas de clases conceptuales (**Larman, 2003**).

3.2.1 Modelo de requisitos

Los ambientes cooperativos posibilitan el marco de las titulaciones conjuntas y permiten a cada organización seguir utilizando sus plataformas tecnológicas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning, o Learning Management Systems – LMS (**Boneu, 2007; Colace & De Santo & Vento, 2003**), y administrando sus recursos de aprendizaje. También permiten la federación e interacción de los estudiantes con diversos recursos de aprendizaje que se encuentran remotamente distribuidos en cada una de las organizaciones cooperantes, todo esto de forma transparente para ellos.

En el marco de las comunidades virtuales de aprendizaje denominadas titulaciones conjuntas, el factor cooperativo pasa de ser una actividad a convertirse en un rol que pueden asumir los docentes, estudiantes y directores, debido a que éstos, interactúan con otros stakeholders de las organizaciones partícipes de un convenio de cooperación o con las experiencias de aprendizaje puestas a disposición por cada una de éstas. El factor cooperativo se convierte en papel de los actores, es decir, dentro de la titulación conjunta, no es sólo una actividad sino una conducta (funciones y acciones) que se espera de un actor o grupo de actores.

Sin embargo, para viabilizar lo anterior, acordes con el diagrama de casos de uso (**Figura 34**), un escenario de cooperación para la realización de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning debe incorporar funcionalidades para atender los siguientes requisitos:

Figura 34. Titulaciones Conjuntas en Ambientes Cooperativos de e-learning.

3.2.1.1 Requisitos de publicación

Los espacios de titulaciones conjuntas, deben implementar funcionalidades que permitan compartir las experiencias de aprendizaje de cada par, las cuales están definidas por los recursos de aprendizaje que se encuentran almacenados en un LMS, y deben colocar la lista de estos recursos (Metadatos de recursos de aprendizaje compartidos por cada organización cooperante), disponible para los participantes de una actividad de aprendizaje que pertenecen a cada una de las organizaciones cooperantes (**Figura 35-1**).

Lo anterior, sirve para abordar problemas relativos a los servicios de la comunidad y a las plataformas tecnológicas (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**), cómo son: el problema de confidencialidad de experiencias de los pares y los problemas de iniciación y formación de la comunidad virtual de aprendizaje.

3.2.1.2 Requisitos de localización

Los participantes de una titulación conjunta en ambientes de e-learning, deben poseer mecanismos para acceder o localizar la lista de recursos de aprendizaje disponibles, que han sido compartidos por las diferentes organizaciones cooperantes (**Figura 35-2**).

Lo anterior, aporta una solución a problemas relativos a los servicios de la comunidad y a las plataformas tecnológicas (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**), cómo son: el problema de confidencialidad de experiencias de los pares, el problema de encapsulación de la experiencia del par y el problema de formación de la comunidad virtual de aprendizaje.

3.2.1.3 Requisitos de integración

Este requisito hace referencia a la manera, cómo las organizaciones deben integrar los recursos de aprendizaje, puestos a disposición por su contraparte, a las plataformas tecnológicas que utilizan (LMS), con el fin de colocarlos disponibles a los participantes de las actividades de e-learning (**Figura 35-3**).

Atender este requisito al momento de formar las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning, es importante ya que aporta una solución al problema de servicio de la

comunidad, referente a la encapsulación de las experiencias del par y al problema alusivo a las plataformas, referente a la formación de la comunidad virtual de aprendizaje (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

Figura 35. Requisitos de publicación, localización e integración de experiencias de los pares.

3.2.1.4 Requisitos de dinamicidad de recursos de aprendizaje

En un escenario de titulaciones conjuntas, es viable añadir, modificar o eliminar recursos de aprendizaje, por ejemplo, contenidos de los cursos, lo cual, debe reflejarse de forma automática y transparente a los usuarios en las plataformas tecnológicas (LMS), que utilizan los diferentes cooperantes para llevar a cabo las actividades de e-learning.

La consideración de este requisito en el marco de las titulaciones conjuntas, ayuda a dar solución a los problemas de servicios de la comunidad referentes a la escalabilidad de las experiencias de los pares y disponibilidad del servicio. También ayuda a solucionar el problema alusivo a las plataformas, referente al proceso de mantenimiento de la comunidad (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

3.2.1.5 Requisitos de escenarios múltiples de cooperación

En los ambientes de titulaciones conjuntas apoyadas en TIC, se posibilita la aparición de nuevos pares cooperantes, es decir, es viable que titulaciones conjuntas puedan desarrollarse por dos o más organizaciones, en donde cada una aporta algunos recursos de aprendizaje. También es posible, encontrar escenarios en donde algún par cooperante A se encuentre compartiendo recursos de aprendizaje con un par cooperante B (A federa recursos compartidos por B), por ejemplo contenidos de cursos; y posteriormente se realice un nuevo convenio de cooperación para desarrollar cursos conjuntos con otro par cooperante C, en el cual se coloca a disposición de este último, los recursos compartidos de la titulación conjunta entre A y B (**Figura 36**).

Figura 36. Ejemplo de Escenarios Múltiples de Cooperación.

La consideración de este requisito es necesaria para abordar problemas relativos a servicios de la comunidad como la escalabilidad horizontal de experiencia de los pares y la solución al problema alusivo a las plataformas tecnológicas referente a los procesos de iniciación y formación de la comunidad virtual de aprendizaje (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

3.2.1.6 Requisitos de temporalidad de las titulaciones conjuntas

Por lo general, las titulaciones conjuntas entre organizaciones se encuentran limitadas temporalmente dentro de algún convenio marco de cooperación institucional.

Por lo anterior, al momento de finalizar estos convenios, es necesario que cada organización conserve los recursos de aprendizaje y los registros de usuario que le competen; con lo anterior, se garantizan sus derechos de propiedad intelectual y los de su contraparte y no se anexará a su LMS, información no pertinente a la Organización, por ejemplo, al finalizar una titulación conjunta, puede no ser competencia del par cooperante A que en sus bases de datos aparezca información de los expedientes académicos y de las hojas de vida de los alumnos del par cooperante B, que cursaron dicha titulación conjunta.

Atender este requisito es importante para dar solución a los problemas de servicios de la comunidad, alusivos a la propiedad intelectual de las experiencias de los pares y a la disponibilidad del servicio; y para dar solución al problema de las plataformas, referente al proceso de mantenibilidad de la comunidad virtual de aprendizaje (**numeral 1.2 Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

En resumen, la implementación de escenarios de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning, debe contemplar los requisitos anteriormente mencionados, con el fin de evitar escenarios estáticos donde la tecnología puede llegar a convertirse en obstáculo que inhibe los ambientes de cooperación entre los participantes de las diferentes organizaciones. Además, se aporta una solución a los problemas relativos a los servicios y a los de las plataformas de este tipo de comunidad virtual de aprendizaje (**numeral 1.2 Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

3.2.2 Modelo cooperativo de titulaciones conjuntas en ambientes de E-learning

Para el desarrollo de titulaciones conjuntas dos o más organizaciones realizan un convenio de cooperación en el que se negocian los alcances de dicha titulación y las experiencias de aprendizaje que cada par cooperante aporta. Las organizaciones asignan a un responsable de coordinar la titulación conjunta, que asume el rol de *Director*, y es el encargado de velar por el desarrollo de los cursos, revisar los expedientes académicos de los *estudiantes* y certificar a los *estudiantes* que aprobaron satisfactoriamente la titulación.

Una titulación conjunta puede estar conformada por uno o más cursos, cada uno de éstos es orientado por un *docente*, el cual diseña tareas que son desarrolladas por los *estudiantes* a través de actividades y utilizando los recursos de aprendizaje necesarios para el logro de las competencias educativas; dichas tareas son evaluadas por los *docentes* y los resultados de la valoración son almacenados en los respectivos expedientes académicos de cada *estudiante*.

En el marco de titulaciones conjuntas, un *estudiante* puede realizar tareas de forma cooperativa con otros *estudiantes* que pertenecen a la comunidad virtual de aprendizaje,

conocimiento que posee la comunidad a través de la vista cognitiva. Posteriormente, se describe el diálogo que establecen los miembros de la comunidad a través de una vista de interacción; para finalmente, explicar la naturaleza de las experiencias de los pares a través de la vista de información.

3.2.2.1 Vista de organización

En esta vista se identifican los aspectos relacionados con las titulaciones conjuntas observadas como una comunidad, organización o grupo. Los grupos se estructuran y organizan en base a roles, los cuales identifican un comportamiento estereotipado dentro del entorno (Islas, 2007).

El diagrama de organización, representa la estructura organizativa de un conjunto de actores (Islas, 2007). Este diagrama está basado en los diagramas de estado de UML (Object Management Group – OMG, 2007). Los estados representan un rol y las transiciones un posible cambio de rol dependiendo del cumplimiento de ciertas leyes o capacidades, las cuales etiquetan la transición.

En la comunidad virtual de aprendizaje, se identifican 3 roles que pueden ser asumidos por los participantes de las actividades de educación: *el Grupo de estudiantes*, *el Docente* y *el Director*. *El Estudiante* puede consultar el conocimiento del grupo, ofrecido a través de las experiencias de aprendizaje, denotadas por los recursos de aprendizaje; *el director* toma decisiones respecto a la estructura y alcances del conocimiento impartido en el desarrollo de una titulación conjunta, mientras que *el Docente* se encarga de orientar dicha titulación, generando estrategias que posibiliten el alcance de los objetivos propuestos.

El Director, en especial es el actor que representa la titulación conjunta, es decir, él asigna a el (los) *docente* (s) a su respectivo curso (s) y audita que se cumplan los objetivos del sistema (Figura 38).

El Docente, es el encargado de diseñar las tareas que van a ser desarrollada por *los estudiantes*, es elegido coordinador del curso que se va a desarrollar en la titulación conjunta por *el Director*; también es el actor responsable de evaluar las actividades que desarrollan *los estudiantes* (Figura 38).

Cuando un actor se matricula en una titulación conjunta, éste puede desempeñar el papel de *estudiante*, que desarrolla tareas cooperativas con los demás miembros del grupo de *estudiantes*. Es posible que en la realización de las tareas grupales pueda ser elegido como líder del grupo por sus compañeros o por el *docente* que orienta el curso (Figura 38).

Dentro del modelo conceptual de titulaciones conjuntas, es importante definir ¿cómo se organizan los actores del sistema?, razón por la cual, el uso de patrones de organización (Islas, 2007), se convierte en una herramienta útil para el análisis y estudio de estos sistemas. Su uso facilita la toma de decisiones, acelera la creación de la especificación y la hace más comprensible y fácil de mantener.

Joint Venture (Islas, 2007), es un patrón de organización conceptual que permite definir estructuras organizativas en las cuales se desarrollan procesos de cooperación, lo cual, lo hace útil para explicar el marco de comunidades virtuales de aprendizaje, como las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Dentro del *Joint Venture*, el *Director* se encuentra en la capacidad de representar y administrar la alianza (la titulación conjunta), es decir, es el actor que se encarga de las relaciones externas de la alianza y de la coordinación entre entidades cooperantes. El *Docente* tiene que tomar las decisiones estratégicas durante el desarrollo de los curso y reunir periódicamente a los *estudiantes*, que se describen como los socios dentro del patrón organizacional. El *estudiante* puede asumir la representación de sus compañeros en el momento de ser designado por éstos o por el docente (Figura 38).

Figura 38. Aplicación del patrón Joint Venture (Islas, 2007), en la descripción del contexto organizativo de una titulación conjunta en ambiente de e-learning.

3.2.2.2 Vista cognitiva

En esta vista se representa el conocimiento que posee o adquiere cada miembro del grupo en el escenario colaborativo. Este conocimiento queda reflejado mediante la definición de las tareas que puede llevar a cabo (Islas, 2007). La vista cognitiva permite profundizar las actividades que se pueden realizar por cada uno de los roles y ha sido expresada por medio de diagramas de actividades de UML (Object Management Group – OMG, 2007).

El *Director* incluye una tarea cooperativa (*CoopTask: CrearTitulacionConjunta*) que desarrolla en conjunto con el *Docente* (Figura 39); inicialmente, crea la titulación conjunta como resultado de un convenio de cooperación entre instituciones y define los alcances de ésta. Posteriormente, asigna a los *Docentes* (1 o varios) que van a estar encargados de orientar los cursos de dicha titulación. También debe realizar la tarea de habilitar para compartir las experiencias de aprendizaje que son locales de cada institución y que estarán disponibles para todos los pares cooperantes; además deberá publicar la lista de estos recursos para que sea ubicada por los diferentes participantes de la titulación conjunta. Al finalizar la titulación, se encargará de certificar a los estudiantes que la hayan aprobado.

Como resultado de lo anterior, se deben definir metadatos de recursos compartidos y los LMS deberán implementar funcionalidades para localizar dichos metadatos y para federar los recursos descritos en éstos, aspecto que será tratado en el capítulo 4 del presente documento.

Figura 39. Tareas del rol Director.

El rol *Docente*, además de la tarea cooperativa que desarrolla en conjunto con el rol *Director* (*CoopTask: CrearTitulaciónConjunta*), realiza tres tareas cooperativas adicionales (*CoopTask: NegociarPreferenciasAprendizaje*, *DesarrollarTitulaciónConjunta* y *EvaluarTitulaciónConjunta*), las cuales realiza en conjunto con el rol *Estudiante*. En ellas negocia preferencias de aprendizaje, diseña y orienta las diferentes tareas del curso y posteriormente las evalúa. Además de las tareas cooperativas, el docente es el encargado de localizar la lista de recursos de aprendizaje compartidos por las instituciones cooperantes e integrarlos (federarlos) al contenido de los cursos; también puede realizar modificaciones periódicas a éstos (**Figura 40**).

Figura 40. Tareas del rol Docente.

El *Estudiante* puede matricularse en una titulación conjunta (*Task: MatricularTitulaciónConjunta*), solicitar recursos de aprendizaje (*Task: SolicitarRecursosAprendizaje*) y realizar las siguientes tareas cooperativas (**Figura 41**):

- Desarrollar titulación conjunta (*CoopTask: DesarrollarTitulaciónConjunta*), la cual realiza en conjunto con el *Docente* y posiblemente con otros *estudiantes*. En ella localiza las tareas a desarrollar y realiza las diferentes actividades.

- En conjunto con el *Docente* el *Estudiante* puede negociar condiciones de aprendizaje (*CoopTask: NegociarPreferenciasAprendizaje*).
- Al finalizar las actividades, el *Estudiante* puede desarrollar las respectivas evaluaciones, las cuales serán calificadas por el *Docente* (*CoopTask: EvaluarTitulaciónConjunta*).
- Al finalizar la titulación conjunta el *Estudiante* solicita al *Director* su respectiva certificación (*CoopTask: CertificarTitulaciónConjunta*).

Figura 41. Tareas del rol Estudiante.

El rol *Cooperante* (**Figura 42**), permite a los actores participar en el sistema aportando conocimiento, posiblemente a través de mensajes y experiencias de aprendizaje, por ejemplo los contenidos de curso. El *cooperante* puede localizar otros cooperantes (*CoopTask: LocalizarCooperante*), comunicarse con ellos (*CoopTask: ComunicarseConOtros*) e inclusive realizar actividades cooperativas (*CoopTask: CooperarConOtros*).

Figura 42. Tareas del rol Cooperante.

3.2.2.3 Vista de interacción

En un escenario de titulaciones conjuntas, existen varios procesos que implican un diálogo entre los participantes. El modo como se realiza este diálogo es identificado mediante protocolos (**Figura 43**), los cuales contribuyen al análisis de las diversas tareas desarrolladas por los actores. Entre estos protocolos tenemos:

Figura 43. Protocolos de interacción entre participantes de una titulación conjunta.

3.2.2.3.1 La Titulación Conjunta.

Acorde a lo descrito en apartados anteriores, la Titulación conlleva a un proceso de comunicación entre el *Director* y el (los) *Docente* (s). Es una comunicación asíncrona, en donde inicialmente el *Director* conforme a algún convenio de cooperación entre instituciones crea en el sistema la *titulación conjunta* y asigna a el (los) *Docente* (s) que deben orientar cada curso. El *Director* también debe colocar a disposición de los cooperantes, los recursos de aprendizaje que desea compartir y publicarlos para que los *Docentes* puedan tener referencia donde encontrar dichos recursos.

El *Docente*, estructura los contenidos de curso e integra al sistema los diversos recursos de aprendizaje (Federación de experiencias de los pares), que el *Director* previamente ha colocado como disponibles para compartir, de tal forma que sean accesible a los *estudiantes*. También se encarga de diseñar cada una de las tareas de la titulación (actividades y evaluaciones). Posteriormente, informa al *Director* para que apruebe la estructura de los cursos, para finalmente habilitar a los *estudiantes* para que puedan matricularse. Lo anterior puede resumirse en la siguiente gráfica (**Figura 44**):

Figura 44. Vista de Interacción. Protocolo: La Titulación.

3.2.2.3.2 Preferencias de Aprendizaje.

Antes de comenzar cualquier actividad en un espacio de titulaciones conjuntas, el *Docente* expone a los *estudiantes* cuáles son las preferencias de aprendizaje a utilizar durante el desarrollo de el (los) curso (s). El *Estudiante* puede realizar sugerencias acerca de preferencias que él necesite. El *Docente* analiza la solicitud del *estudiante* y puede aprobarla, notificándoselo posteriormente (**Figura 45**).

Figura 45. Vista de Interacción. Protocolo: Preferencias de Aprendizaje.

3.2.2.3.3 Tarea.

El *Docente* diseña las actividades y evaluaciones respectivas que conforman cada una de las tareas de la titulación conjunta. El *Estudiante* desarrolla cada tarea para posteriormente ser valorado por el *Docente*. Como resultado de este proceso se actualizan los expedientes académicos de los *estudiantes* (**Figura 46**).

Figura 46. Vista de Interacción. Protocolo: La Tarea.

3.2.2.3.4 Certificación.

Al finalizar la titulación conjunta, el *Estudiante* solicita al *Director* su respectiva certificación. Este último, verifica en los expedientes académicos que el *Estudiante* ha aprobado satisfactoriamente y le genera el certificado correspondiente (**Figura 47**).

Figura 47. Vista de Interacción. Protocolo: La Certificación.

3.2.2.4 Vista de información

Los elementos más importantes con los que trabaja el sistema para gestionar el conocimiento colectivo, son las experiencias de aprendizaje que aporta cada uno de los pares de la comunidad, estas son descritas por los recursos de aprendizaje. Ellos hacen alusión a la información que es utilizada en las actividades de aprendizaje y pueden representarse como presentaciones, clases particulares, experimentos, lecciones, herramientas, experimentos, laboratorios, materiales de curso, etc. (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC, 2001**).

En una titulación conjunta los recursos de aprendizaje pueden estar almacenados localmente o ser federados desde otras plataformas de gestión e impartición de titulaciones en ambientes de e-learning (LMS) y pueden ser clasificados de la siguiente manera (**Figura 48**):

- *Objetos de Aprendizaje*: Cualquier entidad digital o no digital, que puede ser usada, reusada o referenciada durante el aprendizaje apoyado en tecnología (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC. IEEE 1484.12.1-2002**). Por ejemplo: Contenidos de aprendizaje: lecciones, seminarios, talleres, casos de estudio, etc.
- *Objetos de Colaboración*: Herramientas que permiten a los actores colaborar entre sí para la realización de las diversas tareas durante el aprendizaje. Ejemplo: Foros, pizarras, Chat, audio y videoconferencia.
- *Objetos Repositorios*: Utilidades anexas a los recursos de aprendizaje, son almacenadas en el sistema para complementar las actividades de formación. Por ejemplo: archivos, videos, audio.
- *Objetos Interactivos*: Simulaciones, modelos, laboratorios online, proyectos.
- *Objetos de Valoración*: Objetos que permiten calificar el logro de los objetivos propuestos para cada una de las tareas que desarrolla el estudiante o para conocer o evaluar aspectos relacionados con la titulación conjunta. Por ejemplo: quices, test, examen, encuestas, consultas, votaciones.

Figura 48. Vista de Información de una Titulación Conjunta.

4 MODELADO DE PLATAFORMAS DE GESTIÓN E IMPARTICIÓN DE TITULACIONES CONJUNTAS EN AMBIENTES DE E-LEARNING

En el capítulo anterior se ha tratado el concepto de *titulación conjunta*, se han identificado requisitos que deben atenderse para que estos escenarios puedan ser desarrollados en una nube de cooperación de e-learning y se ha puntualizado en el tipo de recursos de aprendizaje que se pueden compartir en la nube.

En este capítulo, se propone un modelo que permite representar cualquier sistema de e-learning y especialmente los que están pensados para cooperar en una nube de recursos de aprendizaje compartidos para comunidades virtuales de e-learning. El modelo propuesto es independiente de implementaciones concretas, pero integra todas las analizadas, de manera que es fácil identificar los elementos del modelo en cualquiera de ellas. En el modelo se describen los LMS como plataformas tecnológicas que implementan funcionalidades de aprendizaje y pueden compartir recursos de aprendizaje de otras plataformas en una nube de colaboración de e-learning, que es el elemento fundamental de las comunidades virtuales de aprendizaje, como es el caso de las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Para describir la integración de las plataformas que sirven para la generación de dichas comunidades de e-learning, se han seguido las guías aportadas dentro de la metodología de AMENITIES (Islas, 2007), para ello se ha descrito la comunidad formada por LMS a través de la *vista de organización*, posteriormente se identifican y describen las tareas que cada miembro de la organización lleva a cabo en la nube a través de la *vista cognitiva* y finalmente, se explica cómo se describen las experiencias que gestiona la comunidad, con las que se forman los servicios de aprendizaje, a través de la *vista de información*.

4.1 Vista de Organización

En esta vista, se propone la descripción de una comunidad virtual de aprendizaje formada por múltiples LMS, para ello, inicialmente se define en qué consiste una comunidad virtual formada por un solo LMS, para posteriormente explicar un nivel de organización mayor, conformado por la integración de múltiples comunidades virtuales académicas, cada una de éstas apoyadas por su respectivo LMS.

La vista de organización ha sido realizada utilizando UML como lenguaje de modelado (**Object Management Group – OMG, 2007**) y siguiendo la guía que aportan patrones organizacionales AMENITIES (**Islas, 2007**).

Un LMS permite la gestión de recursos de aprendizaje a los diversos actores que forman parte de una titulación, los cuales han sido descritos en el capítulo anterior (**numeral 3.1. Modelo Conceptual de una Titulación**), posibilitando la formación de una comunidad virtual de aprendizaje (**Figura 49**), en donde los actores interactúan entre sí, para llevar a cabo actividades de enseñanza. Por ejemplo, las instituciones universitarias poseen aplicaciones LMS para desarrollar titulaciones virtuales que realizan estudiantes, guiadas por docentes y administradas por directores académicos. Ellos establecen lazos de cooperación durante el desarrollo de los cursos y durante la gestión académica, formando una comunidad virtual de aprendizaje (**Figura 49**).

Figura 49. Comunidad virtual de aprendizaje posibilitada a través de un LMS.

Los LMS contemplan dentro de sus arquitecturas funcionalidades básicas que les permiten apoyar la realización de una titulación (**numeral 3.1.1 Modelo de requisitos**). La descripción de estas funcionalidades se ha realizado utilizando los casos de uso de caja negra, los cuales, no describen el funcionamiento interno del sistema, sus componentes o diseños, sino que describe el sistema en base a las responsabilidades que tiene (**Larman, 2003**); entre éstas se mencionan:

1. Funcionalidades entre *docente* y *director* que permiten gestionar las titulaciones.
2. Funcionalidades de diseño de contenidos de aprendizaje por parte del *docente* o del *director*.
3. Funcionalidades del *docente* para coordinar las titulaciones.
4. Funcionalidades que permiten gestionar registros de los *estudiantes* (expedientes académicos) por parte del *docente* o del *director*.
5. Funcionalidades para visualizar recursos de aprendizaje: *delivery* de la plataforma por parte de cualquier usuario.
6. Funcionalidades del *docente* que le permiten gestionar recursos de aprendizaje.
7. Ofrecen al *docente* funcionalidades para localizar y visualizar información de los *estudiantes* que se encuentran desarrollando una titulación.
8. Funcionalidades que permiten gestionar y administrar el LMS.
9. Ofrecen herramientas a los usuarios para comunicarse entre ellos.
10. Funcionalidades para gestionar usuarios del sistema.

Dentro del marco de los convenios de cooperación universitaria, se establecen titulaciones conjuntas formadas con recursos de aprendizaje que cada institución cooperante aporta y hace accesible a los *estudiantes* que participan en la titulación. Lo anterior, soportado en tecnologías de la información y de las comunicaciones, implica que los LMS que posee cada institución cooperante, deben interoperar para permitir la creación de una comunidad virtual de aprendizaje mayor (**Figura 50**), que permita compartir dichos recursos aportados por cada par, en una nube de cooperación de e-learning.

Figura 50. Comunidad virtual de aprendizaje formada por múltiples LMS de distintas Instituciones.

En el marco de las titulaciones conjuntas, los LMS son tecnologías colaborativas, posiblemente heterogéneas, autónomas, permiten compartir todos o parte de los recursos que poseen almacenados y federar otros recursos de aprendizaje aportados por pares cooperantes (**Figura 51**).

En estas comunidades, pueden existir LMS con igual o diferente infraestructura tecnológica e igual o diferentes formatos de almacenamiento de recursos, apoyando la federación de recursos de aprendizaje (**Figura 51**). En ambos casos, las plataformas participes de la federación deben ser conscientes de la existencia de los demás federados y ofrecerle a los actores la posibilidad de interactuar con los recursos de aprendizaje que éstos han puesto a disposición de otros (Recursos de aprendizaje habilitados como compartidos).

En estos ambientes de federación de recursos de aprendizaje, un LMS puede continuar con sus operaciones básicas y al mismo tiempo participar de la federación, es decir, que los LMS deben permitir a los usuarios realizar actividades de e-learning, con recursos de aprendizaje locales y también participar de titulaciones conjuntas con contenidos formados por recursos de aprendizaje que pueden estar almacenados en diversos LMS (**Figura 51**).

Figura 51. LMS Apoyando la federación de recursos de aprendizaje.

Para posibilitar los ambientes de federación de recursos de aprendizaje, además de las funcionalidades básicas anteriormente mencionadas, los LMS deben contemplar en sus arquitecturas funcionalidades adicionales. Seguido se relacionan estas funcionalidades, continuando con la numeración previa:

11. Funcionalidades para que el *director* gestione recursos de aprendizaje compartidos. Esta funcionalidad permite publicar recursos de aprendizaje que se han habilitado para compartir con otros sistemas (Atiende Requisito de publicación de las titulaciones conjuntas descrito en el numeral 3.2.1.1 del capítulo anterior).
12. Funcionalidades para localizar recursos de aprendizaje y registros de estudiantes (Atiende Requisito de localización de las titulaciones conjuntas descrito en el numeral 3.2.1.2 del capítulo anterior).
13. Funcionalidades del *docente* y del *director* para integrar recursos de aprendizaje almacenados remotamente (Atiende Requisito de integración de las titulaciones conjuntas descrito en el numeral 3.2.1.3 del capítulo anterior).

14. La Funcionalidad del *docente* referente a la gestión de recursos de aprendizaje (Atiende Requisito de dinamicidad de recursos de aprendizaje de las titulaciones conjuntas descrito en el numeral 3.2.1.4 del capítulo anterior).
15. Funcionalidades del *director*, que le permita gestionar las titulaciones conjuntas. (Atiende los requisitos de escenarios múltiples de cooperación de las titulaciones conjuntas y de temporalidad de las titulaciones conjuntas, descritos respectivamente en los numerales 3.2.1.5 y 3.2.1.6 del capítulo anterior).

En la **Figura 52** puede observarse la relación que tienen los requisitos mencionados en el capítulo anterior que se deben atender para desarrollar titulaciones conjuntas, con las funcionalidades de los LMS relacionadas anteriormente, que atienden estos requisitos y posibilitan el acceso a experiencias de aprendizaje compartidas por diversas comunidades en una nube de cooperación de e-learning (nube de comunidades):

Figura 52. Relación entre los requisitos de las titulaciones conjuntas (Capítulo 3) y las funcionalidades de los LMS que las atienden (Capítulo 4).

La **Tabla 2**, muestra los problemas de los que actualmente adolecen los LMS ya existentes, y los relaciona con las funcionalidades enumeradas anteriormente que ayudan a solucionarlos. Esta tesis contribuye a dar una descripción adecuada de dichas funcionalidades para que dichos problemas puedan ser solventados.

Problemas relativos a las plataformas tecnológicas	Funcionalidades a considerar para resolver el problema
Los LMS no son aptos para federar las experiencias de cada par que compone la comunidad de e-learning (oferta de Servicios). Tampoco se encuentran aptos para generar o integrar tareas y valoraciones de las actividades que se generan para los miembros de la comunidad. Es decir, no permiten el proceso de formación de la comunidad (Akram & Allan, 2006)	2, 5, 7, 12, 13
Los LMS no son aptos para descubrir pares con experiencias que permitan crear comunidades de e-learning o apoyar las existentes. Es decir, no posibilita el proceso de iniciación de la comunidad (Akram & Allan, 2006)	1, 2, 11, 15
Los LMS no se encuentran aptos para detectar novedades que se generen en los servicios que conforman las comunidades de e-learning y que puedan afectar la disponibilidad de éstos, es decir, no posibilitan el proceso de mantenimiento de la comunidad (Akram & Allan, 2006)	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 14

Tabla 2. Funcionalidades a considerar para hacer posible que un sistema de e-learning pueda cooperar con otros en una nube de e-learning.

En las comunidades virtuales de aprendizaje, es posible que también puedan integrarse como pares cooperantes, aplicaciones de terceros que deseen consumir servicios de aprendizaje que las instituciones universitarias poseen, por ejemplo, aplicaciones empresariales. Estas aplicaciones serán consideradas dentro del modelo como “Sistemas Externos”, ya que posibilitan que sus usuarios puedan matricularse en una titulación impartida por una o varias instituciones universitarias, adquiriendo el rol de *estudiantes* dentro de la titulación, para desarrollar actividades de enseñanza.

Un ejemplo de lo anterior, es el caso estudiado en el capítulo 6 del presente documento (**numeral 6.2. Escenarios de Federación de Recursos de Aprendizaje, para Cualificación de Talento Humano en Comunidades Virtuales de Aprendizaje en Contextos Empresariales**), en el cual trabajadores de una empresa, pueden acceder a cursos ofrecidos por una institución Universitaria.

En el proceso de integración de LMS para formar la comunidad virtual de aprendizaje mayor (nube de comunidades), se deben atender requisitos que posibilitan el consumo de servicios de aprendizaje bajo demanda, es decir que la integración de LMS en la nube atiende un modelo de negocios orientado a servicios, con bajo acoplamiento entre sus componentes, fácil de usar para los miembros de la comunidad y con mediadores que permitan observar dicha integración como una plataforma de servicios de aprendizaje.

En la **Tabla 3** se muestran los componentes del modelo genérico orientado a servicios, que posibilita la formación de la nube de comunidades y las responsabilidades que tiene cada uno de estos componentes para permitir la integración, es decir, aquellas que

atienden las funcionalidades mencionadas anteriormente, que posibilitan la federación de recursos de aprendizaje.

Componente del Modelo	Responsabilidades que atiende
Infraestructura como Servicios (IaaS)	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de ofrecer servicios de infraestructura a cada una de las comunidades que forman la nube, es decir, en este componente se encuentran las fuentes de datos que almacenan los recursos de aprendizaje descritos en el capítulo anterior (numeral 3.2.2.4. vista de Información). • Responsable de generar descriptores de recursos compartidos por cada una de las fuentes de la federación.
Virtualización	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de la gestión del portafolio de servicios de la nube. • Responsable de la abstracción de los recursos de aprendizaje compartidos por cada fuente federada. • Responsable de ocultar detalles técnicos de los recursos de aprendizaje compartidos por cada fuente federada, a través de la encapsulación. • Responsable de la combinación de recursos ubicados en localizaciones físicas diferentes.
Plataforma como Servicio (PaaS)	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de los servicios de localización e integración de los servicios de aprendizaje de la nube. • Responsable de los servicios de diseño de recursos de aprendizaje de cada uno de los pares cooperantes de la nube. • Responsable de los servicios que permiten el consumo bajo demanda de los servicios de la nube. • Responsable del despliegue/puesta en producción de los servicios de aprendizaje, facilitando a los usuarios todos los aspectos técnicos y de gestión asociados a este proceso. • Responsable de la disponibilidad de los servicios de integración • Responsable de atender las solicitudes del componente SaaS.
Software como Servicio (SaaS)	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de las aplicaciones de los miembros de la federación, que permiten acceder bajo demanda a los servicios de la nube. • Responsable del servicio de mantenimiento, operación diaria, y soporte del software usado por el cliente. • Responsable de solicitar los servicios bajo demanda al componente PaaS.

Tabla 3. Componentes del modelo de integración de LMS y responsabilidades que atienden.

Los componentes anteriores posibilitan el consumo bajo demanda de los servicios de la nube. A través de ellos se gestiona el conocimiento colectivo de la federación (nube de comunidades). En la **Figura 53** se ilustra el modelo de plataformas de gestión e impartición de titulaciones que permite la integración en una nube de comunidades. A continuación en la *vista cognitiva* del modelo se describirán las tareas que lleva a cabo cada componente.

Figura 53. Modelo genérico orientado a servicios que permite la integración de LMS en una nube de comunidades.

4.2 Vista Cognitiva

En esta vista se representa el conocimiento que posee o adquiere cada miembro del grupo en el escenario colaborativo. Este conocimiento queda reflejado mediante la definición de tareas que se desarrollan durante el proceso de integración de LMS en una nube de comunidades virtuales de e-learning. Estas tareas atienden las funcionalidades mencionadas anteriormente, que deben contemplar estos sistemas para posibilitar las titulaciones conjuntas.

La vista ha sido propuesta siguiendo las guías AMENITIES que permiten describir las actividades llevadas a cabo por cada rol (Islas, 2007) y ha sido expresada por medio de diagramas de actividades de UML. Los diagramas de rol que especifican las tareas asociadas a cada uno de los actores anteriormente descritos, pueden detallarse en la siguiente figura (**Figura 54**):

Figura 54. Diagramas de rol asociados a las plataformas de Gestión e Impartición de Titulaciones Conjuntas en Ambientes de E-learning.

Para el caso específico del *director*, con el fin de organizar de mejor forma la descripción de tareas, se han separado aquellas relacionadas con la gestión y administración del LMS y se han asociado al rol *Administrador*. Lo anterior es debido a que es común encontrar instituciones universitarias, que contratan personal especializado para realizar estas labores, dejando al *director*, solamente encargado de realizar las tareas de gestión académica de la titulación conjunta. Sin embargo, de no contratarse quien ejecute este rol de *Administrador*, normalmente estas tareas son llevadas a cabo por el *director* de la titulación conjunta.

A continuación se describe cómo se realizan cada una de las tareas mencionadas anteriormente y su contribución para apoyar las funcionalidades que deben contemplar los LMS, con el fin de posibilitar el desarrollo de titulaciones conjuntas.

4.2.1 Especificación de las tareas

Una funcionalidad del sistema puede ser atendida por una o varias tareas para permitir el desarrollo de titulaciones conjuntas. En este apartado, se describe

conceptualmente qué realiza cada tarea que aporta guías que sirven como requisitos de diseño en el momento de implementar una arquitectura del modelo.

La representación gráfica de cada tarea ha sido realizada apoyada en diagramas de actividades de UML, siguiendo la guía metodológica de AMENITIES.

Debido a que el tema bajo estudio en el presente trabajo tiene como finalidad modelar las plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning y su integración a la nube de comunidades. Tomando como referencia los requisitos de las titulaciones conjuntas descritas en el capítulo 3 y considerando los resultados obtenidos de la evaluación de LMS actuales realizada en el capítulo 1, por simplicidad, pero sin perder generalidad, en la **Figura 55** se identifican las tareas específicas que permiten el proceso de integración de los LMS, las cuales serán descritas en el presente apartado.

Las otras tareas relacionadas anteriormente, son innatas a los LMS y actualmente la gran mayoría de éstos las implementan para desarrollar actividades de e-learning en donde no existe cooperación con usuarios de otros LMS, razón por la cual no se atenderá su descripción.

Figura 55. Tareas que posibilitan la integración de plataformas de gestión e impartición de titulaciones para posibilitar las titulaciones conjuntas en una nube de cooperación de e-learning.

“La descripción de las tareas facilita la especificación de la coordinación entre los actores, ya que a través de las subactividades incluidas en cada tarea cooperativa, se establece cómo y cuando interviene cada uno de los actores participantes” (Islas, 2007). Las tareas pueden ser individuales cuando interviene un solo actor o cooperativas en caso de intervención de varios actores.

En la **Figura 56** se muestra la relación que existe entre las funcionalidades que deben contemplar los LMS para posibilitar las titulaciones conjuntas y las tareas que permiten la integración de LMS para atender a dichas funcionalidades.

Figura 56. Relación entre las funcionalidades que deben contemplar los LMS para posibilitar las Titulaciones Conjuntas, y las tareas que apoyan el desarrollo de dichas funcionalidades.

Cada una de las tareas que se realizan durante la integración de LMS en una nube de cooperación de e-learning, se han agrupado dentro de los componentes del modelo, acorde a las responsabilidades descritas anteriormente, como ilustra la **Figura 57**:

Figura 57. Tareas que se realizan en cada componente del modelo.

A continuación se describe qué sucede en cada una de las tareas que se desarrollan durante la integración de LMS en una nube de comunidades:

4.2.1.1 task VisualizarRecursosAprendizajes (Remotos)

Para llevar a cabo esta tarea (**Figura 58**), inicialmente el usuario (*docente, estudiante, director*), solicita a través del *delivery* de *SaaS* un recurso de aprendizaje o un expediente académico de un *estudiante*. *SaaS* realiza a *PaaS* una solicitud, enviándole el *descriptor del recurso de red* necesitado. *PaaS* entrega el contenido del recurso remoto a *SaaS*, y este último lo visualiza a través de su *delivery*.

Figura 58 Task VisualizarRecursosAprendizajes (Remotos).

4.2.1.2 Coop-task GestionarExpedientesAcademicos

La implementación de esta tarea (**Figura 59**), apoya a las funcionalidades del sistema de *gestionar expedientes académicos* y de *localizar recursos de aprendizaje* mencionadas anteriormente. En ella, SaaS ofrece funcionalidades al *director / docente* para crear o actualizar, la información de los expedientes académicos de los *estudiantes*, teniendo en cuenta que dentro de la nube, cada LMS administra a sus *estudiantes*.

Al ser creado el expediente, el sistema convierte la información del *estudiante* al formato de almacenamiento del LMS, ejemplo: XML, archivos, etc., y lo almacena. Posteriormente el *docente*, como resultado del seguimiento y evaluación de las actividades de e-learning puede actualizar la información de los respectivos expedientes de cada *estudiante*.

Figura 59. Cooperative-task GestionarExpedientesAcademicos.

4.2.1.3 Coop-task GestionarComunicacion

Esta tarea (**Figura 60**), atiende la funcionalidad del sistema de *Comunicarse entre Usuarios*, en ella el cooperante (roles: *Docente / Estudiante / Director*), solicita la lista de otros cooperantes participantes de la federación. Para comunicarse entre sí, el componente *SaaS* ofrece al cooperante herramientas de comunicación sincrónicas / asíncronas, a través de ellas, se puede realizar la respectiva transmisión / recepción de mensajes. La implementación de esta tarea es importante ya que posibilita la cooperación entre los diversos participantes de la federación.

Figura 60. Task GestionarComunicacion.

4.2.1.4 Coop-task GestionarFederacion

Esta tarea cooperativa atiende la funcionalidad del sistema de *Gestionar Recursos de Aprendizaje compartidos*, identificada para las plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en una nube de colaboración de e-learning.

La tarea comienza (**Figura 61**), cuando en cada LMS participante de una federación (titulación conjunta) su *director* obtiene la lista de recursos de aprendizaje que se encuentran almacenados en su plataforma. Cada *director* de los LMS participantes en la titulación conjunta, previamente selecciona y describe en metadatos, cuáles de sus recursos pueden ser habilitados para compartirlos con otras plataformas, tratando a

través de la descripción realizada en estos metadatos de garantizar la confidencialidad de sus experiencias de aprendizaje, es decir, de la totalidad de experiencias que posee el par, sólo podrán ser accesibles por pares terceros, aquellas experiencias que él ha habilitado para compartir.

Posteriormente, el *director* publica la lista de recursos de aprendizaje (metadatos), que se pueden consumir bajo demanda desde otras plataformas de aprendizaje. Cada LMS se encarga de generar su catálogo de recursos de aprendizaje compartidos (*esquema exportado*).

Cada vez que se realiza una actualización de recursos de aprendizaje, también se actualiza el catálogo de recursos de aprendizaje compartidos, el cual para ser publicado se recomienda que sea estructurado a un formato estándar que pueda ser accedido desde otras plataformas, por ejemplo XML (**The World Wide Web Consortium**), SCORM (**Advanced Distributed Learning**).

Esta tarea se implementa a través del componente *IaaS* que representa la infraestructura de servicios de cada fuente federada que pertenece a la nube de comunidades.

Figura 61. Cooperative-task GestionarFederacion.

4.2.1.5 task LocalizarRecursosFederados

Esta tarea (**Figura 62**) atiende la funcionalidad de *Localizar Recursos de Aprendizaje Remotos*. Para ello. Esta tarea comienza cuando *SaaS* invoca a *PaaS* enviándole en la solicitud el descriptor de recursos de red que necesita. *SaaS* puede solicitar la lista de descriptores de recursos (metadatos) de aprendizaje que hacen parte de los servicios de aprendizaje de la nube o solicitar un determinado recurso de aprendizaje, también compartido por las otras plataformas partícipes de la federación.

Posteriormente *PaaS* identifica la ubicación remota del recurso de aprendizaje preguntándosela al componente de *virtualización*, del cual obtiene los descriptores (metadatos) que detallan la forma cómo pueden ser federados dichos recursos desde las plataformas cooperantes. Finalmente con el descriptor, *PaaS* podrá preguntar por el recurso necesitado.

Figura 62. task LocalizarRecursosFederados.

4.2.1.6 Coop-task PortarRecursosAprendizaje

En muchas ocasiones para el desarrollo de las titulaciones conjuntas se hace necesario portar los recursos de aprendizaje que van a ser utilizados por los diferentes *estudiantes*, desde una plataforma hacia las demás, partícipes de la federación.

A pesar de que los LMS en general incorporan funcionalidades para atender esta tarea, actualmente, es el procedimiento más utilizado en actividades cooperativas de e-learning (**numeral 2.3 - Evaluación de Plataformas Actuales de Gestión del Aprendizaje**), por tal, se ha descrito cómo los LMS la desarrollan (**Figura 63**).

Para el desarrollo de esta tarea el *docente* o el *director*, por medio del *delivery* de *SaaS*, solicita que sea almacenado un determinado recurso de aprendizaje en un determinado formato, Generalmente XML, HTML o SCORM. *SaaS* realiza la conversión desde el formato como se encuentra almacenado localmente el recurso, al nuevo formato solicitado y lo almacena en un determinado sitio, para que posteriormente pueda ser ubicado y enviado hacia las otras plataformas cooperantes.

Finalmente, se realiza la importación del recurso y cada *SaaS* lo convierte nuevamente a sus formatos propios de almacenamiento, agregándolo a su registro de recursos de aprendizajes locales (*esquema local*). Sólo se puede realizar este procedimiento con los recursos de aprendizaje almacenados localmente en la plataforma y no con aquellos que han sido federados, protegiendo de esta forma los derechos de propiedad intelectual de aquel par, que ha posibilitado compartir sus recursos para que otros puedan acceder a ellos.

Figura 63. Cooperative-task PortarRecursosAprendizaje.

4.2.1.7 task FederarRecursosAprendizaje

Esta tarea (**Figura 64**), atiende las funcionalidades de los LMS: *Integrar Recursos de Aprendizaje* y *Gestionar recursos de aprendizaje remotos*. Después de conocer los descriptores que detallan cómo federar los recursos de aprendizaje que se encuentran almacenados de forma remota en otras plataformas pertenecientes a la federación, *PaaS* puede solicitar este recurso al componente de *virtualización*, indicándole si va a realizar operaciones de lectura o escritura sobre él, para posteriormente devolvérselo a *SaaS* con la finalidad de que este último lo muestre a través de su *delivery* realizando la tarea 4.2.1.1. *VisualizarRecursosAprendizajes (Remotos)*.

Figura 64. task FederarRecursosAprendizaje.

4.2.1.8 Coop-task GestionarTitulacion

Esta tarea cooperativa atiende la funcionalidad del sistema de *Gestionar Titulación Conjunta*. Comienza cuando el *director* crea el portafolio de servicios de la nube (**Figura 65**) y virtualiza los recursos de aprendizaje aportados por cada uno de los pares cooperantes, combinándolos para crear servicios que se describen a través de metadatos. Todos los recursos compartidos por las diferentes fuentes federadas y que hacen parte del portafolio de servicios se relacionan en un *componente federado*, en él se describe la

forma de acceder a los recursos, los permisos de acceso a los servicios a través de los roles de usuarios y los recursos que pueden entregarse en caso de que llega a darse de baja algún cooperante.

Posteriormente, el *director* o el *docente* a través de las funcionalidades comunes de los LMS, podrá incorporar los descriptores de los servicios que necesite para desarrollar una titulación conjunta.

Figura 65. Cooperative-task Gestionar Titulacion.

4.3 Vista de Información

En este apartado se describe cómo los LMS estructuran y virtualizan la información referente a los diversos recursos de aprendizaje que se gestionan dentro de las titulaciones conjuntas (**numeral 3.2.2.4. Vista de Información**).

En un escenario de federación, como es el caso de una titulación conjunta (comunidad de e-learning), la información compartida entre los diferentes LMS federados, se encuentra definida por los recursos de aprendizaje. Estos recursos se encuentran almacenados en cada LMS en el formato que cada uno de éstos ha definido para ello (*esquema local*), pueden utilizar o no iniciativas de estandarización, como es el caso de SCORM (**Advanced Distributed Learning**), LOM (**IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC. IEEE 1484.12.1-2002**), etc. Evidenciándose heterogeneidad entre los diversos formatos en los que cada plataforma almacena los metadatos y contenidos de cursos (**Figura 66**).

Al participar cada par y conformar comunidades de E-learning (Federación), existen diversas fuentes de datos que contienen la información de los recursos de aprendizaje, por ejemplo, bases de datos, archivos de texto, XML, etc. Estas fuentes, son de carácter heterogéneas y autónomas, lo que implica el realizar una coordinación para establecer una cooperación entre las diferentes fuentes de datos, con el fin, de proveer una vista unificada a los diferentes usuarios de la comunidad, por ejemplo, un currículo conjunto.

Una estructura lógica que atiende lo anteriormente mencionado es propuesta a continuación (**Figura 66**): Cada fuente presenta un *esquema local*. Cada fuente u origen de datos, puede definir qué parte de un *esquema local* puede ser habilitado para ofrecer un recurso que podrá ser consumido por la federación, indicándolo a través de *IaaS* por medio de un *esquema componente*.

Con los recursos relacionados en el *esquema componente*, se construye un catálogo de recursos que cada LMS coloca a disposición, agregándoles permisos de acceso y etiquetando los recursos compartidos, con el fin de no revelar a la comunidad su verdadera identidad y ubicación, generando de esta manera en *IaaS* un *esquema exportado*, es decir, sólo la fuente federada conoce cómo acceder a sus recursos de aprendizaje.

Posteriormente se virtualizan los recursos de aprendizaje a través de la definición de servicios, es decir, se pueden mezclar los recursos que se han relacionado en el *esquema exportado* de cada federado, para describir servicios de la comunidad de aprendizaje, en un *esquema federado* que se encuentra en el componente de *virtualización*, como lo son los currículos, que pueden ser o no conjuntos para todas las organizaciones o un currículo para cada una de éstas. Este *esquema federado* crea una capa de abstracción entre los servicios y la ubicación física de los recursos de aprendizaje de cada fuente *federada*. Esta información aparece de manera implícita en las actividades descritas en los apartes anteriores del presente capítulo.

Figura 66. Vista de Información de las Plataformas de Gestión e Impartición de Titulaciones Conjuntas en Ambientes de E-learning.

La información referente a la descripción de la comunidad de e-learning (*esquema federado*), debe ser estructurada en un lenguaje neutral y común a los diversos federados, con el fin de que pueda ser accedida por los diversos actores. Cada par antes de federar recursos de aprendizaje de su contraparte, verifica su disponibilidad en el catálogo de recursos de aprendizaje compartidos (*esquema exportado*) en donde se encuentra el recurso, si se encuentra habilitado accede a él, de otra forma registra el recurso como no disponible para la federación y se verifica si existe otro par que pueda atender la solicitud de dicho recurso.

Este *esquema federado*, hace las veces de un portafolio de servicios (servicios de la comunidad de e-learning), compuesto por recursos que ofrecen los diversos federados (experiencias de los pares) y es estructurado, al combinar o mezclar las experiencias de aprendizaje que se encuentran relacionadas en cada uno de los catálogos que publica cada LMS participante, en donde describen cuáles son los recursos locales a él, que habilita para compartir (*esquema exportado*), es decir, que este último catálogo contiene los metadatos de los recursos que se habilitan como posibles recursos que se pueden federar y existe uno por cada fuente federada.

En resumen (**Figura 67**), cada par estructura sus experiencias en un *esquema local* (Rx). Estas son encapsuladas y etiquetadas como experiencias a compartir (Ex) dentro de un *esquema exportado* que cada par presenta.

Cada Comunidad de E-learning, se forma describiendo en el *esquema federado*, cada una de las experiencias que la conforman y que son aportadas por los diversos pares. Dentro de este esquema, también se especifican qué experiencias de otros pares pueden remplazar una determinada experiencia de una comunidad en el caso de que el par que la aporta se encuentre inactivo, por ejemplo: en la **Figura 67**. En la comunidad 2, la Experiencia 3 del par 1 puede ser atendida al estar inactiva, por la Experiencia 5 del par 2. Contextualizando lo anterior, se puede ver la utilidad en el siguiente ejemplo: una institución universitaria puede retirarse de la comunidad virtual de aprendizaje y otra debe asumir la carga académica de los cursos que conforman la titulación conjunta.

Al aparecer nuevos pares, cada uno estructura su respectivo *esquema local*, *esquema componente* y *esquema exportado*. Se pueden formar nuevas comunidades con dichas experiencias o inclusive agregarlas a comunidades ya existentes, solamente notificándolo en el *esquema federado*, posibilitándose la escalabilidad horizontal (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

Al renunciar un determinado par a una comunidad, se debe notificar en el *esquema federado*; dicho par puede retirarse llevándose consigo sus experiencias, garantizando de esta manera sus derechos de propiedad intelectual sobre las experiencias compartidas inicialmente a la comunidad.

Figura 67. Grid of Recursos de Aprendizaje en Comunidades de E-learning.

Como conclusión, de lo tratado en las diferentes vistas que componen el modelo conceptual es importante resaltar que a través de éstas se ha descrito un marco teórico que permite entender a las plataformas tecnológicas que apoyan la realización de titulaciones conjuntas en una nube de cooperación de e-learning. También se han tratado las funcionalidades que los LMS deben contemplar y la manera de desarrollarlas, con el fin de describir la integración de estos sistemas, buscando posibilitar el desarrollo de comunidades virtuales de aprendizaje.

La descripción conceptual del conocimiento que adquiere cada miembro de la comunidad y la forma cómo se describe la información que se gestiona al interior de éstas, es útil, ya que aporta requisitos de diseño que se han atendido en la implementación arquitectónica que permite validar las funcionalidades del modelo, ésta será tratada en el siguiente capítulo.

5 ARQUITECTURA DE INTEGRACIÓN DE PLATAFORMAS DE GESTION DE TITULACIONES VIRTUALES EN NUBES DE COOPERACIÓN DE E-LEARNING

En los capítulos anteriores, se ha definido las titulaciones conjuntas como comunidades virtuales de aprendizaje que se caracterizan por la federación de experiencias que aportan cada uno de los pares y por los escenarios cooperativos que establecen los miembros de la comunidad. Ellas se encuentran apoyadas en plataformas tecnológicas que permiten compartir dichos recursos aportados por cada par, en una nube de cooperación de e-learning.

El capítulo anterior, ha propuesto un marco teórico que describe la integración de las plataformas tecnológicas que posibilitan la generación de comunidades virtuales de aprendizaje, en especial las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning. Este modelo conceptual facilita la comprensión y el estudio del comportamiento de estos sistemas y aporta requisitos de diseño para la construcción arquitectónica.

Es necesario instanciar el modelo propuesto en el capítulo anterior, para implementar casos concretos en los que se pueda validar la utilidad y pertinencia de éste, corroborando el aporte en la solución del problema de aislamiento tecnológico que imposibilita la realización de titulaciones conjuntas y que se ha explicado al comienzo del presente documento (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**).

Para realizar lo anterior, en el presente capítulo se propone una arquitectura a través de la descripción de la estructura lógica y física de los componentes que se deben contemplar para posibilitar el acceso a recursos de aprendizaje en una nube cooperativa de e-learning.

El modelo conceptual descrito en el capítulo anterior, ha ayudado en la construcción arquitectónica de la siguiente manera: el marco teórico descrito en la vista de organización que guía el modelo, ha colaborado con la definición de los componentes

de la arquitectura. La vista cognitiva descrita en el capítulo anterior ha presentado las tareas que lleva a cabo cada componente de la arquitectura, lo cual es útil para identificar los elementos que le hacen falta a los LMS cuando desean integrarse a la nube, para ello se indicará en la vista de procesos de la arquitectura la manera de integrarlos.

Continuando con lo anterior, la vista cognitiva que guía el modelo, también ha permitido a través de la arquitectura organizar las tareas llevadas a cabo por cada uno de los componentes en dos procesos principales desarrollados durante la integración de LMS en la nube: el proceso de consumo y el de configuración de los servicios, los cuales serán descritos más adelante.

Para finalizar, la vista de información que guía el modelo define la forma cómo deben describirse los recursos almacenados en la infraestructura de servicios (*IaaS*) de cada comunidad cooperante y la manera cómo éstos deben ser virtualizados para ofrecerse a través de un portafolio de servicios de la nube.

La implementación de la arquitectura propuesta se ha utilizado en escenarios que serán descritos posteriormente en el próximo capítulo (**Capítulo 6. DESCRIPCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO [EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS]**). Los resultados de su implementación han sido valorados y socializados en diversos eventos y publicaciones (**Ribón & de Miguel & Monroy, 2010; Monroy & Ribón & de Miguel, 2010; Ribón & Monroy & González, 2010; Ribón et al, 2010**).

5.1 Vista lógica

Tiene como propósito representar los elementos claves de abstracción responsables de cumplir con las tareas que guía el modelo propuesto en el capítulo anterior. Para garantizar la independencia funcional (débil acoplamiento entre las partes), la descripción asume que cada componente define interfaces para ofrecer sus servicios y puede comunicarse a través de mensajes con las capas adyacentes de la arquitectura.

Dichos elementos claves se simbolizan por medio de los componentes que muestra a continuación la representación gráfica de la vista lógica (**Figura 68**), dentro de cada uno de éstos se implementan capacidades que atienden las tareas que guía el marco conceptual del modelo. Estos componentes se explican a continuación.

Figura 68. Vista lógica de la arquitectura de integración de plataformas de gestión de titulaciones virtuales en nubes de cooperación de e-learning.

5.1.1 Infraestructura como Servicio (IaaS)

Este componente denota a los servicios de la infraestructura que almacenan las experiencias de aprendizaje en las fuentes de datos únicas y difíciles de replicar, es decir, en estas fuentes se almacenan los expedientes de los estudiantes y los diferentes recursos de aprendizaje que pueden utilizarse en el marco de las titulaciones conjuntas (**numeral 3.2.2.4. Vista de Información**). Cada LMS que hace parte de la nube de cooperación de e-learning, posee su propia fuente de datos, éstas son heterogéneas y autónomas en su funcionamiento. Pueden estar ubicadas en cada comunidad cooperante o en una nube que ofrezca infraestructura como servicios (*IaaS*), como es el caso de servicios de almacenamiento de datos.

5.1.2 Virtualización

En este componente de la arquitectura se gestionan y controlan los servicios que son accesibles a través de la nube de cooperación de e-learning. En él, se extienden las experiencias que ofrecen los LMS a través de la descripción de portafolios de servicios que virtualizan los múltiples recursos ofrecidos por cada comunidad cooperante. Son capaces de desacoplar los recursos virtuales de su localización física. Separa la gestión del servicio de la gestión de los recursos de forma totalmente transparente al servicio, y por tanto, a los usuarios finales.

En este componente se crea una capa de abstracción entre los servicios y cada uno de los recursos almacenados en las fuentes de datos heterogéneas y autónomas. Aquí se manejan, gestionan y arbitra el portafolio de servicios de la nube de cooperación de e-learning. Entre los beneficios que ofrece este componente se encuentran:

- Gestión centralizada del portafolio de servicios.
- Balanceo de carga al atender solicitudes de servicios.
- Escalado dinámico de recursos de aprendizaje y de pares cooperantes.
- Particionado dinámico al ofrecer múltiples portafolios de servicios.
- Disponibilidad de los Servicios.

5.1.3 Plataforma como Servicio (PaaS)

Este componente de la arquitectura permite que los usuarios finales no tengan que instalar, configurar, ni mantener la infraestructura necesaria para llevar a cabo la integración de LMS y por tal la formación de la nube de comunidades de aprendizaje. Es decir, en el contexto de las titulaciones conjuntas los *estudiantes* consumen los servicios de aprendizaje directamente de la nube sin conocimiento de la infraestructura que permite la distribución de dichos recursos. Así mismo, los *docentes* pueden utilizar en sus titulaciones servicios de aprendizaje pertenecientes a la nube de cooperación de e-learning.

PaaS da servicio de integración a las plataformas de gestión de titulaciones que forman a la comunidad virtual de aprendizaje. También ofrece servicios de escalabilidad, la orquestación de servicios de la nube, versioning y construcción de recursos de aprendizaje.

5.1.4 Software como Servicio (SaaS)

Este componente hace referencia a las aplicaciones que los usuarios finales acceden a través de la Internet para interactuar con los servicios de la nube. El proveedor *SaaS* es quien tiene hospedadas estas aplicaciones permitiéndole acceder a *estudiantes*, *docentes* y *directores* a ellas, estando por tanto disponibles en cualquier momento y desde cualquier lugar.

El proveedor *SaaS* puede ser la institución universitaria o terceros, es decir, que las aplicaciones pueden ser sistemas LMS hospedados en la organización o accesibles a través de un proveedor de servicios en la nube; también pueden ser aplicaciones de un proveedor de servicios que permita generar comunidades virtuales de aprendizaje, por ejemplo aplicaciones móviles, redes sociales, aplicaciones empresariales, entre otros. Es decir, que el componente *SaaS* abarca **cualquier aplicación** que ofrezca un servicio para acceder a los servicios de la comunidad. También es quien facilita la colaboración entre los miembros de la nube de comunidades.

Los usuarios de la comunidad no necesitan preocuparse por el mantenimiento, operación diaria, soporte y administración de las aplicaciones, sólo las consumen cuando las necesitan y a través de éstas se puede llamar a las capacidades que ofrece el componente *PaaS* de la arquitectura.

Después de ser descritos cada uno de los componentes de la arquitectura a continuación, en *la vista de procesos* se explicará cómo pueden ser utilizados en un escenario de integración de LMS para posibilitar la formación de la nube de comunidades.

5.2 Vista de procesos

Se utiliza para representar cómo interactúan cada uno de los componentes identificados en la vista lógica para permitir la integración, resaltando el orden de comunicación que permite evidenciar el cumplimiento de los propósitos del sistema. Para facilitar su entendimiento, a continuación se explica, teniendo en cuenta los principales momentos que conforman la integración de las plataformas de LMS en la nube de cooperación de e-learning.

Se han identificado dos momentos importantes que permiten agrupar las tareas que se realizan en un escenario de integración de LMS dentro de la nube, las cuales han sido

descritas en el capítulo anterior. El primero corresponde a la configuración del servicio y el segundo a su consumo.

La **Tabla 4** permite identificar si es necesario desarrollar en cada una de las comunidades que se integran a la nube los dos procesos mencionados anteriormente o si solamente se debe realizar uno solo. También indica qué componentes de la arquitectura deben utilizarse para permitir la integración. Lo anterior valorando si el LMS a integrar presenta capacidades para desarrollar las tareas descritas en el modelo conceptual. En caso de no presentar una de las capacidades, entonces se deberá utilizar el respectivo componente para posibilitar la integración y se deberá desarrollar el proceso respectivo.

Tareas que Realiza el LMS	LMS a Valorar (Presenta Capacidades para desarrollar la tarea)	Utilizar Componente	Desarrollar Proceso
Gestionar Titulación	NO/SI	Virtualización	Configuración
Gestionar Federación	NO/SI	IaaS	
Portar Recursos de Aprendizaje	NO/SI	PaaS	Consumo
Localizar Recursos de Aprendizaje Federados	NO/SI		
Federar Recursos de Aprendizaje	NO/SI		
Gestionar Comunicación	NO/SI	SaaS	
Visualizar Recursos Remotos	NO/SI		

Tabla 4. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS.

Antes de diligenciar la **Tabla 4** es necesario conocer cuáles son los intereses de los actores de cada comunidad, ya que estos intereses serán los que debe atender cada LMS, es decir, si existen actores que quieren acceder a los servicios de la nube, entonces el LMS deberá presentar capacidades para desarrollar las tareas que le permitan alcanzar este objetivo.

Para ilustrar lo anterior se coloca el siguiente ejemplo: Se desea integrar dos comunidades, las que llamaremos Par ID1 y Par ID2. Cada una de ellas presenta un LMS que ofrece servicios de aprendizaje a sus miembros. Estos LMS serán denominados LMS 1 y LMS 2. Asumiremos que el LMS1 aporta recursos de aprendizaje y que el LMS2 los quiere consumir, ellos deben integrarse, pero no están aptos para hacerlo ya que no presentan capacidades para interoperar de forma directa con su contraparte, es decir no presentan funcionalidades innatas para posibilitar estas tareas en la nube. Entonces el formato de valoración quedaría de esta forma (**Tabla 5**):

Tareas que Realiza el LMS	LMS 1	LMS 2	Utilizar Componente	Desarrollar Proceso
Gestionar Titulación	NO	No aplica porque sólo quiere consumir los recursos	Virtualización	Configuración de los Servicios
Gestionar Federación	NO	No aplica porque sólo quiere consumir los recursos	IaaS	
Portar Recursos de Aprendizaje	SI	NO	PaaS	Consumo de los Servicios.
Localizar Recursos de Aprendizaje Federados	No aplica porque sólo quiere ofrecer los recursos	NO		
Federar Recursos de Aprendizaje	No aplica porque sólo quiere ofrecer los recursos	NO		
Gestionar Comunicación con usuarios remotos	SI	NO	SaaS	
Visualizar Recursos Remotos	No aplica porque sólo quiere ofrecer los recursos	NO		

Tabla 5. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración del LMS 1 y LMS 2.

Acorde a la tabla anterior (**Tabla 5**) el LMS 1 deberá contemplar para la integración los componentes de *Virtualización* e *IaaS* y deberá desarrollar el proceso de *configuración de los servicios*, mientras que el LMS 2 deberá apoyarse en los componentes *PaaS* y *SaaS* para posibilitar la integración y desarrollar el proceso de *consumo de los servicios*.

A continuación se explicará la metodología que se debe seguir para desarrollar cada uno de estos procesos:

5.2.1 Metodología para desarrollar la configuración de los servicios de la nube

Paso 1: Identificar ¿cuáles son los sistemas a integrar?

En este paso se identifican las plataformas tecnológicas de cada una de las comunidades de aprendizaje que se van a integrar a la nube de comunidades (**Figura 69**).

Figura 69. Configuración de los servicios de la nube (Paso1).

Paso 2: Identificar ¿cuáles son los componentes a utilizar en cada comunidad para realizar la integración?

De la tabla de valoración diligenciada anteriormente pueden identificarse los componentes a utilizar para apoyar la integración de las dos comunidades, observar en la **Figura 70** su representación gráfica:

Figura 70. Configuración de los servicios de la nube (Paso2).

Paso 3: Identificar ¿Cómo es la conexión con la Infraestructura de Servicios (IaaS)?

Para cada uno de los LMS que aportan experiencias de aprendizaje a la nube de cooperación de e-learning, se debe identificar la forma de conectar la estructura de la persistencia que almacena a estas experiencias con el componente *IaaS* de la arquitectura. Para lo anterior se pueden presentar los siguientes casos:

Caso 1: Conozco la estructura de la persistencia que almacena las experiencias de aprendizaje.

Forma de Conexión: La arquitectura ofrece dentro de *IaaS*, interfaces que describen cómo realizar el componente software de conexión a la persistencia (**Figura 71**). Por ejemplo, para los LMS que tienen persistencia apoyada en sistemas gestores de bases de datos (DBMS), el administrador del respectivo LMS deberá implementar la interfaz necesaria para integrar la persistencia a *IaaS*. Esta interfaz se encuentra bien definida buscando que los fabricantes de la industria LMS la contemplen para integrar sus plataformas a una nube de colaboración. La versión actual de la implementación de los componentes software de la arquitectura presenta una librería que permite conectar a persistencias de Moodle, ATutor, Claroline y a documentos de texto.

Figura 71. Conexión de *IaaS* con LMS que presentan persistencia conocida.

Caso 2: No conozco la estructura de la persistencia que almacena las experiencias de aprendizaje.

Para realizar la conexión con el componente *IaaS* de la arquitectura cuando no se conoce la estructura de la persistencia, se deberán exportar las experiencias de aprendizaje que se desea compartir, para que *IaaS* pueda tener acceso a ellas (**Figura 72**). El proceso de exportar se puede hacer de las siguientes maneras:

- a. *Exportar las experiencias de aprendizaje a un formato estándar.* Es posible exportar a un formato estándar que permita estructurar las experiencias de aprendizaje, como puede ser LOM, SCORM, entre otros. Para ello *IaaS* contempla una biblioteca con interfaces definidas para acceder a este tipo de formato estándar.
- b. *Exportar las experiencias de aprendizaje a un formato no estándar.* Para permitir que *IaaS* acceda a las experiencias de aprendizaje que han sido exportadas a un formato propietario establecido por el LMS o por la comunidad, será necesario que el *administrador* de la comunidad implemente la interfaz que aporta *IaaS* para la conexión del respectivo formato.

Figura 72. Conexión de *IaaS* con LMS que presentan persistencia no conocida.

Paso 4: Configurar la Infraestructura de Servicios (IaaS).

El *administrador* de cada LMS que aporta recursos a la nube de cooperación, deberá definir cuáles de todos los recursos que posee en su *esquema local* habilita para compartir en la nube, lo anterior lo realiza en dos etapas: primero, relacionando los recursos compartidos en un *esquema componente* y posteriormente asignándole permisos de acceso (lectura/escritura) y etiquetándolos para que puedan ser identificados como recursos de la fuente federada a través de un *esquema exportado* (**Figura 73**). Para la realización de estos esquemas la versión actual de la arquitectura ofrece funcionalidades que permiten realizar este proceso a través de una interfaz Web. La definición de estos esquemas será explicada más adelante en la *vista de información* de la arquitectura.

Figura 73. Configuración de IaaS.

Paso 5: Configurar el componente de Virtualización.

Para que el servicio quede completamente configurado, se hace necesario que el *director* de la nube de comunidades, virtualice los recursos de aprendizaje que comparte cada fuente federada, describiendo la información referente al portafolio de servicios de la comunidad virtual de aprendizaje que se coloca disponible para los demás usuarios del sistema (**Figura 74**). Este portafolio de servicios es resultado de la combinación de los recursos aportados por las fuentes federadas y es descrito a través de un *esquema federado*.

Para garantizar modelos de programación ligeros que permiten sistemas débilmente acoplados, la representación de cada uno de estos esquemas se realiza por medio de XML, como se explica detalladamente más adelante en la *vista de información*. También Para la realización de este esquema la versión actual de la arquitectura ofrece funcionalidades que permiten realizar este proceso a través de una interfaz Web.

Figura 74. Configuración del componente de Virtualización.

En resumen, al seguir estos cinco pasos quedará integrado el LMS que aporta recursos a la nube de comunidades, lo cual se ilustra en la **Figura 75**. A continuación, en el siguiente proceso se explicará como consumir los servicios de la nube.

Figura 75. Proceso de configuración de los servicios.

5.2.2 Metodología para realizar el consumo de los servicios de la nube

Paso 1: Identificar ¿Cómo es la conexión de *SaaS* con *PaaS*?

Para consumir los servicios de la nube y que *SaaS* pueda integrarlos y visualizarlos a través de su *delivery*, con el fin de dar transparencia de acceso a los miembros de la comunidad de cada LMS, se hace necesario que *SaaS* conozca la ubicación de *PaaS* y que le solicite bajo demanda el respectivo recurso que necesita (**Figura 76**). Para lo anterior se debe realizar dentro de cada LMS o aplicación de tercero la “definición de recursos de los pares cooperantes”. Esta definición se realiza de la siguiente forma:

1. Incorporando dentro de las titulaciones de *SaaS* la URL de *PaaS*. Si la URL se coloca sin parámetros, entonces al invocarse a *PaaS*, éste dará como respuesta el portafolio de servicios accesible para la comunidad, por ejemplo, puede responder con todos los recursos de aprendizaje que se pueden utilizar para realizar titulaciones conjuntas.

Si la URL se invoca enviando como parámetro un respectivo recurso perteneciente al portafolio de servicios, *PaaS* responde con el contenido de dicho recurso, por ejemplo puede responder con el contenido de aprendizaje o con un determinado quiz relacionado en el portafolio de servicio.

2. Incorporando a *SaaS* un determinado *plugin* que le permita extender sus funcionalidades. Muchos LMS o aplicaciones de terceros pueden incorporar funcionalidades que mejoran el acceso a los servicios de la comunidad, por ejemplo, existen LMS que pueden integrar plugins para crear redes sociales, entornos inmersivos, etc.

Después de instalarse el respectivo plugin que extiende las funcionalidades de *SaaS*, se debe realizar el paso anterior, es decir, se debe “Incorporar dentro de las titulaciones de *SaaS* la URL de *PaaS*”.

Figura 76. Conexión de SaaS con PaaS.

Después de realizarse el paso anterior, el LMS queda integrado a la nube de comunidades como consumidor de servicios, ya que *PaaS* se comunica de forma automática con el componente de *virtualización*, del que conoce el portafolio de servicios y sus recursos. Este último componente conoce cómo hacerle solicitudes de recursos a *IaaS*, permitiendo desarrollar de esta manera el proceso de *consumo de servicios* de la comunidad, el cual se ilustra en la **Figura 77**.

Figura 77. Proceso de Consumo de los Servicios.

5.3 Vista de Información

Esta vista hace alusión a la descripción de la información de los elementos importantes con los que trabaja el sistema para gestionar el conocimiento colectivo (**Figura 78**), descritos en la guía conceptual del modelo propuesto en el capítulo anterior (**numeral 4.4. Vista de Información**).

Además de lo anterior, estos elementos hacen alusión a la información que es utilizada para virtualizar los recursos de aprendizaje aportados por cada fuente federada para posteriormente colocarlos disponibles como servicios de la nube de cooperación; permiten que el software de integración no sea visto como un producto sino como una *plataforma de servicios (PaaS)*, concepción importante en la Web 2.0 (**O'REILLY, 2005**) y en la nube de colaboración de e-learning.

Tomando como referencia una arquitectura de 5 niveles para sistemas federados (**Calegari & Viera & Motz, 2005**), se establecen los siguientes esquemas (**Figura 78**) para describir la información que es manejada por los componentes de la arquitectura, siguiendo también las guías conceptuales que referencia el modelo descrito en el capítulo anterior.

Figura 78. Vista de Información de la Arquitectura.

5.3.1 Esquema local (Local Schema)

Es el esquema propietario de cada fuente o participante de la federación en el lado de la fuente de los componentes federados. Está determinado por la forma como cada herramienta tecnológica que apoya servicios de aprendizaje almacena su información, por ejemplo, puede estar definida por un sistema gestor de bases de datos (DBMS) o por un conjunto de archivos almacenados en disco. Sólo los federados conocen la manera de acceder a sus esquemas, es decir, que son ellos mismos los responsables de administrarlos y ofrecer la información que en determinado momento solicita algún integrante de la nube de cooperación, manteniendo su autonomía.

En este esquema se describe la estructura lógica de los archivos y/o bases de datos, haciendo alusión a los metadatos de cada fuente, es decir, que existirá un *esquema local* por cada fuente que se integre a la nube.

5.3.2 Esquema componente (Component Schema)

Cada fuente u origen de datos, puede definir, qué parte de un *esquema local* puede ser habilitado para ofrecer un recurso que podrá ser consumido desde la nube de cooperación de e-learning. Esta definición, se almacena en un formato que describe la información de los recursos a compartir (metadatos). En los diferentes federados este esquema aportará la siguiente información, que se encuentra almacenada en un archivo estructurado con formato XML (**Tabla 6**):

```
<root>
<!-- Se especifica una source por cada fuente o herramienta tecnológica que soporta servicios empresariales --!>

  <source type= file/dbms name =Nombre de la base de datos o archivo a compartir>

    <component name = Nombre de Tabla de DBMS o del archivo>
      <!-- Campo o formato del campo del archivo --!>

      <definition type = tipo_de_datos null = true/false show = false/true default =
valor_por_defecto> Nombre del Campo
    </definition>

  </component>

</source>
</root>
```

Tabla 6. Estructura XML del Esquema Componente.

A continuación se presenta un ejemplo, de cómo sería la estructura del Component Schema si es una base de datos (**Tabla 7**):

```
<root>
  <source type= "dbms" name = "contabilidad" >
    <component name = "ctas_pagar" >
      <definition type = "char(15)" null = "false" show = "true" default=""> nombre
    </definition>
      <definition type = "int" null = "true" show = "true" default ="18 "> Edad </definition>
    </component>

  </source>
</root>
```

Tabla 7. Ejemplo del Esquema Componente para una Base de datos como fuente de datos a federar.

Si la fuente federada es un archivo la estructura del Component Schema puede ser (**Tabla 8**):

```

<root>
  <source type= "file" name = "contabilidad.xls" >
    <component name = "Hoja1" >
      <definition type = "Label" null = "false" show = "true" default ="0"> codigo
    </definition>
  </component>

</source>
</root>

```

Tabla 8. Ejemplo del Esquema Componente para un archivo como fuente de datos a federar.

5.3.3 Esquema exportado (Export Schema)

Este esquema contiene la información referente a los recursos que la fuente habilita como compartidos para que sean disponibles desde la nube de cooperación, en él se describen los derechos de acceso que se tienen sobre la estructura de un determinado esquema local. Se crea un esquema exportado por cada federado (**Tabla 9**).

```

<root>

<!-- Se especifica uno por cada fuente o herramienta tecnológica que soporta servicios empresariales --!>

  <resource name = Nombre del recurso que se habilita para compartir>

    <element source = nombre de la fuente component = nombre del component right = tipo de
    acceso (lectura 'r' y escritura 'w') > tabla de BD o campo del archivo

  </element>

</resource>

</root>

```

Tabla 9. Estructura XML del esquema Exportado.

El ejemplo siguiente muestra un esquema exportado con recursos disponibles de dos fuentes (**Tabla 10**):

```

<root>

<!-- este recurso está formado por los elementos de la tabla del ejercicio anterior con permisos de lectura --!>

  <resource name="A">

    <element source = "contabilidad" component = "curso_contable"
    right = "r" > cuenta </element>

    <element source = "contabilidad" component = "curso_contable"

```

```

        right = "r" >valor</element>

    </resource>

<!-- este recurso está formado por los elementos de la tabla del ejercicio anterior con permisos de
escritura --!>

    <resource name=B>

        <element source = "contabilidad" component = "curso_contable"
        right = "w" >cuenta</element>

        <element source = "contabilidad" component = "curso_contable"
        right = "w" >valor</element>

    </resource>

<!-- este recurso está formado por los elementos del formato concerniente al código almacenado en el
archivo del ejercicio anterior con permisos de lectura/escritura--!>

    <resource name=C>

        <element source = "contabilidad.xls" component = "Hoja1"
        right = "rw" >codigo </element>

    </resource>

</root>

```

Tabla 10. Ejemplo del esquema Exportado para dos fuentes que ofrecen recursos a federar.

5.3.4 Esquema federado (Federated Schema)

En este esquema se realiza la descripción de cómo se virtualizan los recursos compartidos desde las fuentes federadas, estructurando un portafolio de servicios que se coloca disponible para la nube. Estos servicios se encuentran conformados por los diversos recursos que cada fuente (*federado*) habilita para compartir. Existe un único *esquema federado* por cada comunidad de e-learning, al cual acceden cada uno de los usuarios para suscribirse a un determinado portafolio de servicios que el *director* ha configurado previamente. La siguiente es la estructura XML del esquema federado (**Tabla 11**):

```

<service name="Nombre del Servicio" roles="roles asociados al servicio" run="forma de ejecución
Atómica/No Atómica">

    <component name="Nombre del Component que está siendo federado">

        <context>Nombre del contexto del servicio</context>

        <federated>Nombre del Federado</federated>
    
```



```

<query type="tipo de consulta, puede ser Select/Update/Insert/Delete">

  <!--Parámetros de la consulta son los dato que necesitamos consultar de la fuente federada -->

  <parameters>

    <param>Nombre del Campo</param>

  </parameters>

  <!--Los Fields son las condiciones que debe cumplir la consulta de acuerdo a los campos del
Component que se desea federar de la fuente -->

  <fields>

    <field after = "Utilizado para representar la relación entre la variable y el valor deseado
puede utilizarse <, > o =" before = " Utilizado con el fin de poder negar la condición / not "
label = " Etiqueta para describir el valor solicitado en dicho caso " operator = " Operdor lógico
AND/OR ">
      Nombre del campo </field>

  </fields>
</query>

</component>

</service>

```

Tabla 11. Estructura XML del esquema Federado.

Un ejemplo del portafolio de servicios es el siguiente (**Tabla 12**), tomando los recursos de las fuentes federadas relacionadas en el *esquema exportado* del ejemplo anterior:

```

<root>

<service name="titulación conjunta" roles="docente,estudiante,director" run="Atómico">

  <component name="A">

    <context>Curso de Cuentas por pagar</context>

    <federated>contabilidad.edu.co</federated>

    <query type="select">

      <parameters>

        <param>cuenta</param>

        <param>valor</param>

      </parameters>

      <fields/>

```

```

    </query>

  </component>

  <component name="C">

    <context>Curso de Códigos Contables</context>

    <federated>contabilidad.edu.co</federated>

    <query type="select">

      <parameters>

        <param>Código</param>

      </parameters>

      <fields/>

    </query>

  </component>

</service>

</root>

```

Tabla 12. Ejemplo de un esquema federado. Configuración de servicios tomando recursos de fuentes federadas.

Como se ha observado, la descripción arquitectónica tratada en el presente capítulo, se ha desarrollado atendiendo las guías aportadas por el modelo conceptual descrito en el capítulo anterior. Este ha contribuido con requisitos de diseño que han sido atendidos a través de las diferentes vistas de la arquitectura. Esta arquitectura es útil ya que posibilita la integración de LMS para formar comunidades que permiten el acceso a recursos de aprendizaje en una nube de colaboración de e-learning.

En el capítulo siguiente, se estudian algunos escenarios que se apoyan en la arquitectura propuesta para implementar comunidades de e-learning. Estos casos de estudio permiten validar la utilidad de la arquitectura y por consiguiente corroborar la aportación del modelo propuesto que describe la integración de LMS para posibilitar el marco de titulaciones conjuntas.

6 DESCRIPCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO [EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS]

En este capítulo, se examinan los resultados obtenidos en la investigación utilizando el marco conceptual de referencia, a través de la implementación de varios escenarios que serán presentados como casos de estudios, en los cuales se puede validar la aplicación y utilidad del modelo conceptual que permite la integración de plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Los resultados de los casos de estudio se han socializado en eventos y publicaciones a nivel nacional e internacional (**Ribón et al, 2010; Ribón & de Miguel & Monroy, 2010; Monroy & Ribón & de Miguel, 2010; Ribón & Monroy & González, 2010; Ribón & de Miguel & Medina, 2007**).

6.1 Titulación Virtual en la Temática: “Informática Básica”, Compartida entre la Universidad de Cartagena y la Universidad de San Buenaventura (Sede Cartagena de Indias).

6.1.1 Introducción

El grupo E-Soluciones (www.iesoluciones.com), es un grupo de investigación asociado al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena (Colombia). Está encargado de aportar soluciones a problemas que se generan con el uso y apropiación de tecnologías de la información y de las comunicaciones en escenarios académicos, sociales y empresariales. Entre los resultados de los procesos de investigación, el grupo genera experiencias de aprendizaje que son útiles en actividades de enseñanza desarrolladas en esta universidad.

Con el fin de promover espacios de cooperación académica, los programas de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena (Colombia) y de la Universidad de San Buenaventura (Sede Cartagena de Indias – Colombia), deciden compartir experiencias de aprendizaje, para promover la transferencia de conocimientos hacia los estudiantes de ambas instituciones y para compartir esfuerzos en el desarrollo de contenidos virtuales de aprendizaje.

Para posibilitar lo anterior, dada la experiencia previa que presenta el grupo E-Soluciones en el desarrollo de contenidos virtuales, se intenta comenzar la iniciativa, compartiendo un sólo curso virtual que pudiese ser accesible por los estudiantes de ambas instituciones (**Figura 79**) y valorar con esta experiencia, los requisitos para implementar posteriormente titulaciones conjuntas entre ambas universidades.

Figura 79. Titulación Compartida por E-Soluciones a la U. de Cartagena y la U. de San Buenaventura.

Anteriormente el grupo E-soluciones realizaba la migración de sus experiencias de aprendizaje desde su plataforma de cursos virtuales hacia el LMS del programa de Ingeniería de Sistemas, para que los estudiantes de la Universidad de Cartagena pudiesen acceder a ellos, ambos sistemas eran tecnológicamente heterogéneos. Debido a que el programa de Ingeniería de la Universidad San Buenaventura presentaba otro LMS diferente a los dos iniciales, se pensó que migrando los contenidos desde un sistema a otro, se podía lograr los objetivos buscados para el proceso de colaboración. Sin embargo, al comenzar las primeras actividades de enseñanza, se evidenciaron algunos problemas, entre ellos:

- El proceso de migrar los recursos de aprendizaje desde el LMS del grupo E-Soluciones hacia el LMS del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de san Buenaventura, evidenciaba problemas generados por la heterogeneidad de las plataformas. Los contenidos de ambos sistemas eran almacenados en los formatos propietarios de cada una de ellas. La plataforma de

E-soluciones permitía exportar contenidos de cursos a formatos estándares como SCORM, pero la versión del LMS de la Universidad de San Buenaventura no lo permitía, lo que generaría un proceso costoso y manual para dar formato a los contenidos, con el fin de que pudiesen ser exportados de un sistema a otro.

- Los contenidos de aprendizaje constantemente eran actualizados por los investigadores del grupo E-Soluciones, agregando nuevos temas o mejorando los existentes, lo que generaba constantemente la realización del proceso de migración, lo que se consideró como una actividad no óptima. Se presentó la siguiente preocupación: si lo anterior sucedía con un sólo curso, qué pasaría cuando se ampliara la cantidad de cursos compartidos por los LMS. La migración de contenidos se tendría que realizar frecuentemente desde los tres LMS pertenecientes a cada institución.
- Los investigadores de E-soluciones reciben incentivos académicos por la producción de experiencias de aprendizaje y el grupo adquiere puntuación en las actividades que realiza. Al migrar los contenidos de cursos a terceras organizaciones, se genera la preocupación acerca de la protección de los derechos de propiedad intelectual sobre éstos. Cómo se garantizaba su utilización sólo en el marco del convenio de cooperación y más aún, cómo se garantizaba que al no desear seguir compartiendo estos contenidos se devolviesen a sus autores.
- Falta de un mecanismo que pudiese coordinar entre las plataformas, las diferentes actualizaciones que se realizaban de un curso y que se colocaban accesibles a los estudiantes.
- Falta de un mecanismo eficiente que garantizara la combinación de contenidos de aprendizaje, al momento que cada institución pusiese a disposición de su contraparte sus contenidos para desarrollar una titulación conjunta.

Las organizaciones estaban dispuestas a colaborar unas con otras y a compartir recursos y experiencias de aprendizaje con su contraparte; sin embargo, se dificultaba la realización de este tipo de escenarios. La portabilidad de recursos entre sistemas, no solucionaba el grado de aislamiento tecnológico que impide a los usuarios de estas organizaciones interactuar con recursos de aprendizaje que se encuentran por fuera de sus plataformas de gestión del aprendizaje (LMS), dificultando también la cooperación entre usuarios de las organizaciones participantes de las actividades de e-learning.

Debido a lo anterior, se decide que los problemas mencionados se podían solucionar al permitir la interoperabilidad entre los LMS. Para ello se decide utilizar la guía metodológica que aporta el modelo propuesto en el presente trabajo de investigación. Inicialmente, se trata la solución sólo como un problema de interoperabilidad, pero al desarrollar los escenarios colaborativos posteriormente se encuentra que al generarse

comunidades virtuales de aprendizaje, la colaboración entre actores de estos procesos es también importante, lo que generó nuevos requisitos de diseño que posteriormente fueron incorporados al modelo conceptual complementándolo para posibilitar el marco de titulaciones conjuntas entre organizaciones.

A continuación se explica cómo la guía metodológica que aporta el modelo contribuye con la solución de los problemas mencionados anteriormente, permitiendo la integración de las plataformas universitarias.

6.1.2 Materiales y Métodos

Los requisitos funcionales del presente escenario se han establecido siguiendo las guías ofrecidas por el modelo conceptual propuesto en el capítulo 4, en especial las que ayudan a solucionar los problemas que imposibilitaban los alcances de los objetivos propuestos en marco de la cooperación entre los dos programas académicos.

Para validar el modelo y conseguir la integración entre los diversos LMS, fue implementado un perfil de los componentes de la arquitectura descrita en el capítulo 5, la vista de implementación de cada uno de los componentes de la arquitectura puede observarse con detalle en el documento adjunto del presente trabajo (ANEXO - ARQUITECTURA DE INTEGRACIÓN DE PLATAFORMAS DE GESTION DE TITULACIONES VIRTUALES EN NUBES DE COOPERACIÓN DE E-LEARNING - Implementación Computacional). Dicho perfil contempla las funcionalidades básicas que atienden los requisitos de diseño del presente caso de estudio. Este perfil arquitectónico, ha sido desarrollado con tecnologías Web Services (**The World Wide Web Consortium**). También sigue las guías de la metodología RUP (**Rational Unified Process**), para lo cual, se desarrollaron tres iteraciones, cada una con duración de cuatro semanas, lo que permitió generar un prototipo middleware soportado en Web Services, que pudiese servir como mediador entre las plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales y garantizar la interoperabilidad entre estos sistemas.

Los elementos a coordinar están descritos por cada uno de los LMS pertenecientes a las tres organizaciones cooperantes. Ellos se integran utilizando la implementación del perfil de la arquitectura, a través del llamado de las funcionalidades que aportan los diversos componentes, sirviendo como elementos de enganche para acceder a los recursos de aprendizaje que cada uno de estos sistemas almacena. Estos componentes tienen en cuenta la heterogeneidad de las fuentes de datos. Los LMS a integrar son:

- *ATutor*: LMS de tecnología Open Source (**ATutor**). Es utilizado por el grupo de investigación E-Soluciones para gestionar sus experiencias de aprendizaje. Éstas sólo son accesibles al personal de la comunidad formada por el grupo de investigación.

- *Moodle*: LMS de tecnología Open Source (**Moodle**). Es utilizado por la comunidad académica formada por el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena. En este LMS se colocan contenidos de cursos accesibles a los estudiantes de este programa académico.
- *Claroline*: LMS de tecnología Open Source (**Claroline**). Es utilizado por la comunidad académica del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura. En este LMS se colocan contenidos de cursos accesibles a los estudiantes de este programa académico.

Para la realización de las pruebas, los Web Services se implementaron en java (**Oracle. Sun Developer Network**) y se ejecutaron sobre Apache Tomcat (**The Apache Software Foundation**) y Axis (**The Apache Software Foundation**).

La titulación “*Informática Básica*” ha sido estructurada con objetos de aprendizaje (**numeral 3.2.2.4. Vista de Información**), realizados con información en modo texto, que muestra temas alusivos a la evolución y uso de la Informática.

6.1.3 Resultados

El primer objetivo de la cooperación entre los programas académicos de ambas instituciones universitarias era el de compartir un curso virtual. Para ello la Universidad de Cartagena ofrecería a los estudiantes del programa de la Universidad de San Buenaventura este curso virtual. Se necesitaba evaluar las experiencias del desarrollo de dicho curso, con el fin de identificar requisitos para implementar posteriormente múltiples cursos virtuales ofrecidos por ambas instituciones y titulaciones conjuntas resultado de combinar los cursos ofertados.

Inicialmente, para poder identificar los componentes de la arquitectura que necesita cada uno de los LMS para integrarse a la nube de colaboración y para detectar qué proceso debe desarrollar cada uno éstos, es necesario conocer los intereses que tienen los actores de cada comunidad a la cual pertenecen los LMS. A continuación se relacionan estos actores y dichos intereses:

4. *Estudiantes*: lo conforman los estudiantes de ambos programas de Ingeniería de Sistemas de las instituciones universitarias y el semillero de investigación del grupo E-Soluciones. Los estudiantes de las dos universidades desean acceder a los recursos de la nube, es decir acceden a recursos de aprendizaje remotos, mientras que el semillero de E-Soluciones los consume de forma local desde su LMS.

5. *Docentes*: A cargo de un investigador del grupo E-Soluciones, responsable de gestionar el contenido del curso virtual de “*Informática básica*”. Este contenido fue realizado con las herramientas para la edición de contenidos de aprendizaje que aporta el LMS *ATutor*. La actividad de aprendizaje inicialmente sólo contemplaba contenidos de cursos. En el presente caso de estudio no se diseñaron objetos de valoración (**numeral 3.2.2.4. Vista de Información**), ellos fueron implementados en casos de estudio posteriores. El LMS de E-soluciones aportará los recursos a la nube.
6. *Directores*: El Director del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena es el actor responsable de velar que los objetivos del convenio de cooperación se cumplan y de virtualizar los recursos de aprendizaje que han sido compartidos por otras instituciones. Un investigador de E-Soluciones habilitó como compartidos los recursos de aprendizaje, para que se pudiesen consumir desde la nube.

Para posibilitar la integración de LMS se ha diligenciado la **Tabla 13**, de la siguiente manera, identificando **si los SaaS poseen capacidades para atender las tareas** que se realizan durante su integración a la nube de comunidades:

Tareas que Realiza el LMS	ATutor (E-Soluciones)	Moodle (U. Ctgena)	Claroline (U. SB)	Utilizar Componente	Desarrollar Proceso
Gestionar Titulación	NO	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.	Virtualización	Configuración de los Servicios
Gestionar Federación	NO	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.	IaaS	
Portar Recursos de Aprendizaje	SI	SI	NO	PaaS	Consumo de los Servicios.
Localizar Recursos de Aprendizaje Federados	No aplica porque sólo quiere ofrecer los recursos	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.		
Federar Recursos de Aprendizaje	No aplica porque sólo quiere ofrecer los recursos	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.		
Gestionar Comunicación con usuarios remotos	No aplica porque sólo quiere ofrecer los recursos	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.	SaaS	
Visualizar Recursos Remotos	No aplica porque sólo quiere ofrecer los recursos	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.	NO. Inicialmente sólo consume, después ofrece.		

Tabla 13. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS del caso de estudio 1.

De la tabla anterior se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las instituciones:

- *E-Soluciones*: Es el proveedor inicial de recursos de la nube, para colocarlos disponibles se debió utilizar los componentes de *virtualización* e *IaaS*. También se realizó el proceso de configuración del servicio.
- *Universidad de Cartagena*: Se ha tenido que utilizar todos los componentes y realizar ambos procesos de integración.
- *Universidad de San Buenaventura*: Se ha tenido que utilizar todos los componentes y realizar ambos procesos de integración.

El proceso de *configuración del servicio*, fue llevado a cabo por los *administradores* de los LMS de cada institución universitaria, por un investigador de E-Soluciones y por el director del programa de Ingeniería de sistemas de la Universidad de Cartagena. Los *administradores* y el investigador de E-Soluciones configuraron al componente *IaaS* de sus respectivo LMS, mientras que el director de la Universidad configuró el componente de *virtualización*.

El *director* de la nube (director del programa de Ing. de Sistemas de la Universidad de Cartagena), realizó una abstracción de los recursos de aprendizaje aportados por E-Soluciones, creando un portafolio de servicios accesible desde una página Web para las instituciones cooperante (*esquema federado*), es decir, esta última página Web presentaba los descriptores de los recursos aportados por la fuente federada. Posteriormente se identificó el descriptor del curso y se agregó como parte de una titulación en el LMS de la Universidad de San Buenaventura.

La configuración del proceso de *consumo de los servicios* permitió a los estudiantes de la Universidad de San Buenaventura, ubicar los diferentes servicios de aprendizaje que formaban la temática del curso “*Informática Básica*”, todo esto lo realizaban directamente desde su LMS *Claroline*, lo que era un proceso transparente para ellos, ya que después de ubicarlos en el LMS de E-soluciones, los componentes de la arquitectura permitían integrar el curso al *delivery* de *Claroline*, dando la sensación de que estos recursos estaban local, dentro de esta plataforma, como se podrá observar más adelante en la **Figura 87**.

Acorde a lo anterior, la **Figura 80** ilustra la utilización de la arquitectura en la integración de las comunidades universitarias y de E-soluciones en la nube de cooperación.

Figura 80. Arquitectura de Integración del Caso 1.

Para validar la utilidad de la arquitectura, se probó inicialmente en escenarios binarios (1 : N y N : 1), es decir un LMS consumiendo servicios de aprendizaje de varios LMS (**Figura 81**) y varios LMS consumiendo servicios de aprendizaje de un LMS (**Figura 82**). Para llevar a cabo cada uno de estos escenarios se permitió acceder a recursos de aprendizaje almacenados en cada uno de estos sistemas y se generó el respectivo *esquema exportado* para cada fuente a federar, lo anterior con el fin de que el *docente* pudiese ubicar el descriptor que permitía acceder a cada uno de estos cursos. Esta prueba validó que la arquitectura es útil para implementar este tipo de escenarios binarios y corrobora en estos casos, la utilidad del modelo para integrar sistemas heterogéneos.

Figura 81. Escenario de prueba 1 : N.

Figura 82. Escenario de prueba N : 1.

Después de la anterior prueba, se realizó otra, en escenarios múltiples de interoperabilidad (1 : 1: N), que era el escenario real que necesitaba desarrollarse para que los estudiantes de la Universidad de San Buenaventura pudiesen acceder a recursos de aprendizaje remotos (**Figura 83**).

Para lo anterior, se estructuró un *esquema exportado* para la fuente de datos del LMS del grupo E-Soluciones (**ATutor**) y también se generó para otros LMS. El *director* creó una titulación en “*Informática Básica*” con los contenidos de los LMS federados, la que era accesible desde *Moodle* (**Figura 83**). Posteriormente este curso se federó también, utilizando la arquitectura implementada para que desde *Claroline* (LMS de la San Buenaventura), se pudiese acceder a estos contenidos (**Figura 83**). Los *estudiantes* registrados en *Claroline* pudieron interactuar con los contenidos del curso de “*Informática Básica*”, que se encontraban almacenados inicialmente en *ATutor* (**Figura 83**).

La prueba anterior permitió validar la utilidad de la arquitectura y corroborar que las guías que aporta el modelo propuesto para posibilitar la integración de LMS en escenarios múltiples de interoperabilidad (1 : 1: N) son válidas (**Figura 83**).

Figura 83. Escenario de prueba 1 : 1 : N.

En la **Figura 84** se muestra como han sido distribuidos cada uno de los componentes de la arquitectura, en cada una de las comunidades que se han integrado a la nube. Como puede observarse la Universidad de Cartagena, ha asumido el rol de proveedor de servicios de la nube, ya que se ha utilizado un único componente *PaaS*, al cual se conectan los *SaaS* que necesitan consumir servicios de aprendizaje.

Figura 84. Titulación de E-Soluciones compartida por la Universidad de Cartagena y la Universidad de San Buenaventura.

Lo anteriormente descrito, posibilitó la solución a los problemas que se habían presentado. En resumen fueron atendidos de la siguiente forma:

- Se evitó el proceso de migración de cursos, ya que la integración de plataformas tecnológicas permitió el acceso de forma directa a los contenidos de aprendizaje, posibilitando escenarios múltiples de colaboración que contemplaban la heterogeneidad de estos sistemas.
- Se podía generar constantes actualizaciones a los recursos de aprendizaje. Los cambios que se realizaban en la fuente federada, eran visibles por los *estudiantes* al momento de acceder a los recursos de aprendizaje, ya que en sus LMS sólo accedían a los descriptores que virtualizaban a los contenidos de la federación.
- Los investigadores protegían los derechos de propiedad intelectual sobre la creación de los cursos, ya que el investigador del grupo, habilitaba únicamente los recursos que E-Soluciones autorizaba, teniendo la confianza de que los cooperantes no tendrían físicamente el recurso de aprendizaje al finalizar la federación.
- El *administrador* podía notificar en el *esquema exportado* las diversas versiones que se generaron de un recurso de aprendizaje, informando los cambios que se

habían realizado. *El director* de la comunidad virtual de aprendizaje podía llevar un control de versiones.

- *El director* presentaban conocimiento a través del *esquema exportado* de los recursos disponibles para la federación y de los descriptores para accederlos, con lo que él y los *docentes* de ambas instituciones podían integrarlos y combinarlos en otras titulaciones.

Las pruebas permitieron verificar que la arquitectura propuesta, no presenta problemas para la interoperabilidad entre LMS y sus recursos de aprendizaje, debido a que existe una capa intermedia que le brinda servicios a los LMS y pueden conectarse a LMS heterogéneos bien sea que implementen o no iniciativas de estandarización de recursos de aprendizaje.

La arquitectura posibilita la concurrencia; el número máximo de procesos que se ejecutan al solicitar de forma concurrente un determinado recurso de aprendizaje está limitado por la capacidad de procesamiento del servidor sobre el que han sido desplegados los componentes de la arquitectura del sistema.

La arquitectura posibilitó la escalabilidad de contenidos y de LMS, es decir, se pudo construir contenidos de aprendizaje formados con recursos de otros LMS, y también permitió transparencia de acceso a los usuarios de un LMS, es decir, para los *estudiantes* y *docentes* crea la sensación de que los contenidos del curso estaban en su LMS, aunque verdaderamente se encuentran almacenados por fuera de éste, distribuidos en otros sistemas (**Figura 85, Figura 86, Figura 87**).

Figura 85. Curso de A Tutor.

Figura 86. Moodle visualizando un curso de A Tutor.

Figura 87. Claroline visualizando un curso de Moodle que a su vez posee contenido de ATutor.

A pesar de que el problema de la interoperabilidad, hasta este momento se había resuelto con la contribución del modelo conceptual. Aparecen nuevas variables dentro del escenario colaborativo entre las instituciones. Los *docentes* desean interactuar con los *estudiantes* y viceversa. Los *estudiantes* de ambas instituciones desean llevar a cabo actividades colaborativas entre sí. Los *docentes* desean realizar evaluaciones a los *estudiantes* indistintamente de la institución a que pertenecen. Es decir, que se necesitaba ver la colaboración entre las instituciones con un nivel de agregación mayor, por lo que este caso de uso permite describir las titulaciones conjuntas como espacios federados y colaborativos.

A la fecha de realización del presente caso de estudio, estos aspectos no eran considerados dentro del modelo, por lo cual se hizo necesario probar la integración de aplicaciones *SaaS* en casos de estudio posteriores. Los escenarios implementados generaron requisitos funcionales que las titulaciones conjuntas tenían que contemplar y que fueron incorporados posteriormente al modelo propuesto y a su implementación arquitectónica.

6.1.4 Conclusiones y contribuciones

El modelo de plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas, contribuye con guías que lo hacen útil para la implementación de la arquitectura que posibilita los escenarios múltiples de interoperabilidad entre LMS.

La arquitectura propuesta posibilita la reutilización de código al momento de interoperar con nuevos LMS participantes de una actividad de e-learning, ya que implementa componentes con funcionalidades comunes a cada sistema, disminuyendo los costes de implementación sólo a indicarlo en el componente de *IaaS* de conexión del *federado* del nuevo sistema cooperante.

La arquitectura funciona como tecnología mediadora que aporta una solución para integrar LMS, lo cual posibilitará la aparición de nuevos e-servicios.

El presente caso de estudio ha ayudado a identificar, que el problema de aislamiento tecnológico para la realización de titulaciones conjuntas no se resuelve únicamente ofreciendo una solución al problema de interoperabilidad entre las plataformas tecnológicas. Hay que dar solución a los problemas relativos a los servicios de la comunidad virtual de aprendizaje (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**). Por no considerar lo anterior, las diversas iniciativas que existen y que intentan dar solución al problema de interoperabilidad de LMS (**Capítulo 2. ESTADO DEL ARTE**), no son adecuadas para generar comunidades virtuales de aprendizaje, en especial el desarrollo de titulaciones conjuntas entre organizaciones.

Para aportar una solución completa, la implementación del presente caso de estudio en entornos académicos, ha ayudado a identificar requisitos funcionales de las titulaciones conjuntas que deben atender las plataformas tecnológicas para posibilitar estos escenarios.

Estos requisitos, han sido considerados en el modelo propuesto y en escenarios implementados posteriormente, los cuales han permitido complementar la propuesta conceptual presentada en este documento de investigación, aportando una solución adecuada que permite la integración de sistemas LMS, posibilitando de esta manera la generación de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Con el fin de seguir aportando soluciones para el desarrollo de titulaciones conjuntas, se debe continuar trabajando en aspectos relacionados con los metadatos que describen recursos interoperables, mecanismos para la ubicación de recursos de aprendizaje puestos a disposición por un determinado LMS y mecanismos que posibiliten a los recursos de aprendizaje interactuar de forma directa con otros recursos de aprendizaje, es decir, que la interoperabilidad no se implemente solamente de los LMS a los recursos de aprendizaje, si no que pueda desarrollarse directamente entre estos mismos.

6.2 Escenario de Federación de Recursos de Aprendizaje, para Cualificación de Talento Humano en Comunidades Virtuales de Aprendizaje en un Contexto Empresarial.

6.2.1 Introducción

La formación del talento humano dentro del campo empresarial, es un factor determinante para buscar la calidad en los diferentes procesos dentro de la empresa. La cualificación del recurso humano en los procesos y actividades que se desempeñan a nivel laboral, se refleja en una mejor utilización de los recursos de la empresa, lo que puede repercutir en una mejora en la competitividad y productividad de la organización y mejora de las condiciones de calidad de vida de los empleados.

Las empresas son generadoras de diversidad de experiencias de aprendizaje, consecuencia del desarrollo de su labor productiva, que por lo general no son registradas, socializadas ni protegidas como capital intelectual de la organización. Sumado a lo anterior, existen muchas empresas que no implementan planes de cualificación del recurso humano debido a los costes que estos generan.

El papel de las universidades es vital en los procesos de cualificación de recurso humano, ya que en ellas se generan experiencias útiles y pertinentes para mejorar la competitividad y productividad de las empresas.

Muchas universidades, actualmente soportan actividades de aprendizaje en tecnologías de la información y de las comunicaciones, en especial la Internet, las cuales posibilitan el acceso a variedad de recursos de aprendizaje a sus estudiantes. También se observa un crecimiento de organizaciones que han comenzado a apoyar procesos de entrenamiento de sus empleados en este tipo de tecnologías.

El presente caso de estudio nace en el seno de un proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (Colombia), el Observatorio del Caribe Colombiano, la Universidad de Cartagena y Colcomputo LTDA. Uno de los objetivos de este proyecto era el de apoyar la cualificación del talento humano de empresas del Caribe Colombiano. Se buscaba que esta solución ofreciese un soporte a la función específica del departamento de recursos humano de las empresas, afianzando y apoyando la formación continua del talento humano.

Lo anterior, beneficia a las organizaciones ya que disminuye los costes asociados a la cualificación del personal, por ejemplo: costes de matriculas presenciales, tiempos de desplazamientos, suspensión prolongada de actividades laborales, desinformación, entre otros.

Inicialmente, cuando se comienza a valorar los requisitos para permitir escenarios de colaboración Universidad – Empresa; en especial para compartir recursos de aprendizaje, aparecen algunos problemas que generaron preocupación en las instituciones participantes del proyecto, los cuales era necesario resolver para que las comunidades virtuales de aprendizaje fuesen viables de implementar. Entre estos problemas se mencionan:

- La empresa Colcomputo Ltda, presentaba limitaciones en su presupuesto para cualificar periódicamente a todo su personal.
- La empresa Colcomputo Ltda. Presentaba imposibilidad para retirar momentáneamente por periodos de tiempo prolongados a su personal, para que éstos pudiesen atender a cursos desarrollados en las instalaciones de la Universidad de Cartagena. Por lo general, lo anterior conllevaba a dos horas diarias para desarrollar las actividades de enseñanza, más dos horas en promedio de desplazamiento, lo que equivale a que el personal se ausentara 4 horas diarias durante el desarrollo del proceso de cualificación, es decir, que cada empleado se ausentaría media jornada laboral.
- Protección de la propiedad intelectual de las experiencias de aprendizaje generadas al interior de cada una de las empresas participantes en el proceso de colaboración universidad – empresa.
- Los recursos de aprendizaje generados al interior de las organizaciones cooperantes eran dinámicos, es decir, se generaban y actualizaban constantemente. No existían mecanismos para que los estudiantes pudiesen acceder en tiempo real a los recursos recientes.
- Las comunidades de ambas organizaciones presentaban LMS diferentes, autónomos y heterogéneos.

Los anteriores problemas a solucionar, se consideraron como extensibles a cualquier relación que pudiese generarse entre la Universidad de Cartagena y otra organización del Caribe Colombiano. Por lo que se decide utilizar el modelo propuesto en el capítulo 4 para posibilitar la integración de las plataformas tecnológicas cooperantes, corroborando que esta propuesta ha sido útil para ofrecer una solución a los problemas anteriormente mencionados.

El modelo conceptual propuesto ha permitido sentar las guías para llevar a cabo el desarrollo del caso de estudio, permitiendo la integración de diversas plataformas de gestión del aprendizaje (LMS) a través de la utilización de los componentes de la arquitectura del sistema.

6.2.2 Materiales y Métodos

El desarrollo de una comunidad virtual de aprendizaje realizada entre la relación universidad – empresa, ha sido implementada utilizando como soporte la arquitectura propuesta en el capítulo 5, la cual sigue las guías conceptuales del modelo de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Los servicios de cualificación del personal se han implementado utilizando objetos de aprendizaje (**numeral 3.2.2.4. Vista de Información**), desarrollados en la Universidad de Cartagena. Estos han sido puestos a disposición de la comunidad, por el *director* de la plataforma de cursos virtuales de la institución universitaria.

La Universidad de Cartagena presenta sus experiencias de aprendizaje almacenadas en un LMS de tecnología Open Source, denominado Moodle (**Moodle**). La organización con la cual se ha establecido un convenio de cualificación del recurso humano utiliza un LMS Open Source, denominado ATutor (**ATutor**).

Se han reutilizado los componentes software implementados para el desarrollo del caso de estudio anterior. También se ha desarrollado un plug-in que permite a SaaS visualizar los recursos de aprendizaje de diversas formas, por ejemplo en formatos pdf, html, MsWord. En el apéndice D del presente documento se describe la implementación de los componentes software de la arquitectura.

6.2.3 Resultados

El modelo de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning, ha permitido implementar una comunidad virtual de aprendizaje en la ciudad de Cartagena de Indias - Colombia, en la cual se establece una titulación conjunta entre organizaciones con el fin de cualificar al recurso humano. En esta titulación conjunta, existen experiencias de aprendizaje proporcionadas por los pares: por ID1: Universidad de Cartagena y por la empresa por ID 2: Colcomputo Ltda., una organización dedicada a ofrecer servicios de tecnologías informáticas en la región Caribe Colombiana. Dichas experiencias son federadas por los pares, haciendo transparente su acceso a los empleados de la empresa y a los estudiantes de la Universidad de Cartagena.

Inicialmente para el caso de estudio propuesto el Par ID1 ha aportado los recursos a la nube, mientras que el par ID2 los consume bajo demanda. Atendiendo las guías del modelo propuesto se identificaron los actores del sistema y los intereses que tiene cada uno de ellos en el escenario de colaboración universidad – empresa:

1. *Estudiantes*: lo conforman los estudiantes de la Universidad de Cartagena y los empleados de la empresa Colcomputo Ltda., que se inscribiesen a una actividad virtual de aprendizaje. Ellos tienen como interés consumir bajo demanda

servicios de aprendizaje, es decir, interactuar con los recursos de aprendizaje que posibiliten cualificarse y mejorar sus competencias laborales.

2. *Docentes*: a cargo de los docentes de la Universidad de Cartagena, que la institución asigna para coordinar las diferentes actividades de enseñanza.
3. *Directores*: A cargo del Director del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena. Es el actor responsable de velar que los objetivos del convenio de cooperación se cumplan y de autorizar los recursos de aprendizaje que han de compartirse con otras organizaciones.

Los elementos a integrar, están formados por los LMS de las respectivas organizaciones, Universidad de Cartagena y Colcomputo Ltda., también era posible la integración de otras aplicaciones empresariales, a través de las cuales se permitiese a trabajadores beneficiarse de los contenidos de aprendizaje ofertados por la Universidad de Cartagena.

Además de las experiencias federadas por los pares, la implementación de un perfil de la arquitectura que sigue las pautas del modelo propuesto, permite también federar las experiencias de aprendizaje que se pudiesen generar en los diversos departamentos del par ID 2, lo que posibilitó la escalabilidad horizontal de los contenidos de aprendizaje, por lo que el instructor o profesor, en este caso, puede agregar información de estas experiencias (curso federados), las que pueden estar almacenadas en diferentes LMS al interior de la organización, para presentar planes de estudios adaptados al perfil de cada trabajador.

El caso de estudio, ha permitido verificar que cuando los trabajadores comienzan un ciclo de entrenamiento dentro de la empresa, éstos adquieren el rol de estudiantes dentro de la comunidad y están obligados a matricularse en varios cursos; muchas veces no es obligatorio desarrollar todas las lecturas y actividades. En algunos casos, un curso es complementario a otros y puede también remitir a otros cursos. El problema que se produce en esta situación reside en la dispersión de la información que se publica en el curso, ya que éste puede estar integrado de uno o más contenidos o recursos que se almacenan en diversos LMS, es decir, que un curso puede estar formado por recursos almacenados en fuentes de datos diferentes, lo que dificulta el acceso a la información de parte de los empleados, lo que obliga a federar estas fuentes, proceso en el cual, el modelo propuesto ofrece una solución adecuada para llevar a cabo dichos escenarios.

A través de la arquitectura propuesta, se ofrece una solución que proporciona la federación de contenidos de los diferentes cursos almacenados en los diferentes LMS. Para esto, es necesario que cada uno de los nodos donde se encuentran instalados los LMS sean incorporados a la comunidad virtual de aprendizaje como un *federado* más; y de esta manera, utilizar como recursos a compartir, la base de datos que maneja cada uno de ellos. La figura siguiente (**Figura 88**), ilustra la situación presentada.

Figura 88. Titulación Conjunta generada con recursos de aprendizaje del par ID1 y par ID2.

La **Tabla 14** identifica los componentes necesarios para la integración de los sistemas que soportan la nube de comunidades y de los procesos que deben llevar a cabo, valorando si los **SaaS poseen capacidades para atender las tareas** que se realizan durante su integración a la nube de comunidades.

Tareas que Realiza el LMS	ATutor (Colcomputo)	Moodle (U. Ctgena)	Utilizar Componente	Desarrollar Proceso
Gestionar Titulación	NO	NO.	Virtualización	Configuración de los Servicios
Gestionar Federación	NO	NO.	IaaS	
Portar Recursos de Aprendizaje	SI	SI	PaaS	Consumo de los Servicios.
Localizar Recursos de Aprendizaje Federados	NO	NO.		
Federar Recursos de Aprendizaje	NO	NO.		
Gestionar Comunicación con usuarios remotos	NO	NO.	SaaS	
Visualizar Recursos Remotos	NO	NO		

Tabla 14. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS del caso de estudio 2.

De la tabla anterior se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las instituciones:

- *Colcomputo*: Debió utilizar todos los componentes de la arquitectura. También realizó ambos procesos de integración. Aunque en el caso de estudio se dedicó más tiempo al consumo de servicios de la nube.
- *Universidad de Cartagena*: Se ha tenido que utilizar todos los componentes y realizar ambos procesos de integración.

La **Figura 89** ilustra la utilización de la arquitectura en la integración de las comunidades del caso de estudio a la nube de cooperación.

Figura 89. Arquitectura de Integración del Caso 2.

Los LMS, pueden hacer referencia a recursos que estén fuera de su base de datos o hacer referencias a otras páginas Web, para que los empleados desarrollen las actividades que se apoyan en los materiales de entrenamiento, en este caso en particular, la arquitectura propuesta posibilita la federación de recursos de aprendizaje, para que los empleados puedan consumir los servicios que se ofrecen, esto a través de una dirección URL que se genera automáticamente al listarse los servicios de aprendizaje, como se muestra a continuación en la siguiente figura (**Figura 90**):

Reporte de Cursos Empresariales

URL: <http://iesoluciones.com/Federacion/Service?Service=Reporte de Cursos Empresariales¶ms=title~.^description~.^&fields=&tabulado=true>

Reporte de Artículos Solicitados por la Empresa

URL: <http://iesoluciones.com/Federacion/Service?Service=Reporte de Artículos Solicitados por la Empresa¶ms=articulo~.^cantidad~.^unidad~.^&fields=&tabulado=true>

Informacion Tema de un Curso de Atutor

URL: http://iesoluciones.com/Federacion/Service?Service=Informacion Tema de un Curso de Atutor¶ms=text~.^&fields=content_id^VALOR^&tabulado=true

Informacion Tema de un Curso de Moodle

URL: <http://iesoluciones.com/Federacion/Service?Service=Informacion Tema de un Curso de Moodle¶ms=summary~.^&fields=id^VALOR^&tabulado=true>

Figura 90. Información para acceder a contenidos federados de diversas fuentes de datos.

De esta manera, el empleado además de consumir recursos federados desde el LMS de la empresa, también puede hacerlo desde un *SaaS* empresarial a través de una dirección URL otorgada por el sistema que implementa la arquitectura que permite la federación de servicios. En resumen, el empleado puede consumir servicios a través del *delivery* del LMS empresarial o consumirlos a través de otros aplicativos empresariales por medio de la dirección URL del descriptor del servicio que aporta el sistema. En las siguientes figuras se muestra un curso que se encuentra en el par ID1 - Moodle (**Figura 91**) y se visualiza uno de sus contenidos (**Figura 92**), el cual se ha integrado desde la federación.

Figura 91. Curso federado desde Moodle, apoyado en el sistema de federación de servicios.

Instalación De osCommerce

El proceso de instalación de la versión concreta de osCommerce v2.2 consta de los siguientes pasos:

1. Descomprimir el archivo oscommerce-2.2rc2a (Descargar el archivo oscommerce-2.2rc2a.zip de <http://www.oscommerce.com/solutions/downloads>), en el directorio de publicación del servidor web de preferencia. Se sugiere renombrar la carpeta con un nombre como "comercio" por ejemplo.
 2. Acceder a la dirección <http://servidor/comercio/catalog>, donde "servidor" es el nombre de host o dirección IP del ordenador donde se ejecuta el servidor Web.
 3. En la ventana de bienvenida si todo va bien pulse el botón continue.
 4. En la siguiente página deben llenarse los campos solicitados correspondientes a la base de datos.
- Para una mejor ilustración ver la imagen que aparece a continuación:

Imagen 1

Luego de llenar los datos presione el botón continue para seguir con el proceso.

5. A continuación se solicita información referente al servidor Web, verifique el valor de los campos y presión nuevamente el botón continue.
6. Posteriormente se debe configurar el usuario y la contraseña que administrarán al sistema de comercio electrónico OsCommerce.
7. Si aparece la siguiente página implica que el software está listo para utilizarse.

Imagen 2

Por motivos de seguridad, una vez instalado OsCommerce, se debe eliminar la carpeta install del subdirectorio Catalog; además, hay que colocar privilegios de solo lectura al archivo de configuración `configure.php`, si ha seguido las recomendaciones lo encontrará en: `/comercio/catalog/includes/configure.php`.

Figura 92. Contenido de aprendizaje federado.

El caso de estudio también ha sido útil para validar la funcionalidad de los metadatos utilizados para estructurar los diferentes esquemas que conforman la vista de información del modelo (**numeral 4.3.4. Vista de Información**). Identificando que a través de ellos, se puede dar solución a problemas que están imposibilitando la realización de titulaciones conjuntas, como es el caso de la descripción de una arquitectura de servicios, disponibilidad de estos servicios y encapsulación de las experiencias de los pares.

El uso de patrones organizacionales y de diseño en la propuesta de la arquitectura (**Monroy & Ribón & de Miguel, 2010**), ha sido un éxito en la implementación, debido a que ha facilitado el entendimiento y utilización de los LMS y el acceso a la experiencia de los pares, para formar comunidades virtuales de aprendizaje.

La guía descrita en la arquitectura, ayudó a distribuir de una forma adecuada cada uno de los componentes del sistema para atender el desarrollo del presente caso de estudio. En cada una de los servidores en donde estaban ejecutándose los LMS empresariales se ha instalado el *componente IaaS*. El *componente PaaS* ha sido instalado externamente en otro servidor Web, buscando que ambas empresas pudiesen acceder a él. Este último servidor Web, adquiere el rol de proveedor de servicios de aprendizaje de la comunidad virtual (**Figura 93**).

Figura 93. Distribución de los componentes de la arquitectura en un escenario de colaboración universidad – empresa.

La utilización de la arquitectura permitió validar su utilidad en escenarios de colaboración universidad – empresa y corroborar que el modelo puede ser aplicado para posibilitar la integración de LMS en este tipo de escenarios, lo anterior ayudó a solucionar los problemas iniciales, lo que se describe a continuación:

- Los costes de cualificación de personal disminuyen ya que la universidad como entidad ofertante de actividades de enseñanza, no tiene que incurrir en costes asociados a infraestructura física, servicios, medios audiovisuales, lo que permite ofrecer planes de cualificación accesibles a las empresas.
- La empresa Colcomputo Ltda. no presentó grandes inconvenientes al cualificar a su personal, ya que podía asignar a grupos pequeños de personas por espacios de 2 horas diarias, distribuyéndolos durante la jornada laboral, optimizando de mejor forma la utilización del recurso humano, buscando que las actividades de enseñanza no generaran traumatismos con el desarrollo de las labores organizacionales. Al final podía cualificar mucha más cantidad de personal sin traumatizar sus labores.
- Las instituciones pudieron aportar sus recursos de aprendizaje a la titulación ofertada. Al momento de terminar este espacio de cualificación cada institución

conservaba sus recursos, teniendo confianza de que éstos no fuesen a ser utilizados posteriormente sin su respectiva autorización.

- La Universidad podía realizar cambios periódicos a sus recursos de aprendizaje e inclusive incorporar nuevos. Los estudiantes de la titulación visualizaban los cambios en tiempo real debido a que en sus plataformas sólo existían descriptores que permitían integrar estos recursos.
- Se integraron dos sistemas heterogéneos y autónomos a la nube de comunidades.

Durante la evaluación del caso de estudio, se pudo valorar la pertinencia de los requisitos que contempla el modelo para atender el desarrollo de las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning. Con ello se validó cada una de las funcionalidades definidas en la arquitectura propuesta, obteniendo como resultado que el modelo que ofrece guías que se han implementado arquitectónicamente a través de tecnologías Web 2.0, es útil para la generación de estos escenarios, en este caso desarrollados en el ámbito de las relaciones Universidad - Empresa.

6.2.4 Conclusiones y contribuciones

La arquitectura que sigue las directrices del modelo de gestión e impartición de titulaciones conjuntas, permiten aprovechar la inteligencia colectiva de las masas, a través de la utilización de contenidos de aprendizaje que cada organización crea y que coloca a disposición de otros federados.

Lo anterior permite que las plataformas virtuales de aprendizaje no sean vistas sólo como un producto tecnológico, sino como plataformas de servicios, que pueden estructurarse a través de los diversos recursos de aprendizaje, por ejemplo, currículos conjuntos, redes sociales educativas, comunidades abiertas de aprendizaje, entre otras, fundamentos claves de la Web 2.0.

La implementación e integración que guía el modelo propuesto, garantiza la posibilidad de estructurar un currículo en un LMS con la información específica para cada uno de los trabajadores de los niveles organizacionales de la empresa, acorde a su perfil ocupacional, federando información que se encuentre en cualquiera de los repositorios de los otros LMS utilizados para apoyar el proceso de capacitación. Todas las transacciones y gestión de la información que este proceso conlleva están cimentadas en los principios de la Web 2.0 al utilizar como recurso de manipulación tecnologías como son XML y Web Services.

Además de lo anteriormente citado, el sistema permite que se dé la continuidad en los procesos de formación para los empleados, ya que se busca dotar a los trabajadores de las competencias necesarias que demandan el constante cambio y los modelos de

estandarización y certificación para la calidad en los nuevos mercados; todo esto producto del contexto actual de globalización y masificación del uso de las TIC dentro del ámbito empresarial se da gracias al uso de tecnología de la Web 2.0 dentro del marco de la arquitectura propuesta.

La implementación del modelo que permite la federación de servicios, además de facilitar el intercambio de información y recursos, proporcionan nuevas vías para la evaluación, potencian la colaboración y la cooperación entre quienes desean aprender, abre posibilidades a la conformación de redes de aprendizaje, propicia los lazos Universidad – Empresa, permiten un modelo de e-learning más participativo, colaborativo y social y la posibilidad de colocar disponibles herramientas colaborativas y modulares a bajo coste, aspecto clave de la filosofía Web 2.0.

El caso de estudio propuesto valida la utilidad del modelo en este tipo de escenarios de cualificación empresarial, ya que posibilita la reutilización de contenidos de aprendizaje, propicia la socialización de las experiencias que se generan al interior de las áreas funcionales de las organizaciones, permite el acceso de los empleados en cualquier lugar e instante de tiempo a contenidos de aprendizaje útiles y de fuentes fiables como es el caso de las Universidades, posibilita los modelos de programación ligeros y protege los derechos de propiedad intelectual sobre las experiencias de los pares. En conclusión contribuye con la integración de LMS en escenarios de colaboración universidad – empresa.

Para fortalecer la utilidad de la arquitectura utilizada, es necesario seguir trabajando en técnicas de seguridad que permitan mantener accesibles las experiencias de los pares únicamente a los miembros de la comunidad, ya que posiblemente muchas de éstas, sean de carácter confidencial dentro de las empresas. También se debe seguir trabajando en ontologías que permitan describir la escalabilidad horizontal de las experiencias de los pares **(1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación)** y que describan roles de los aprendices acordes a su perfil ocupacional.

6.3 Acceso a Experiencias de Pares de Comunidades Virtuales de Aprendizaje Soportada en Tecnologías Móviles.

6.3.1 Introducción

Las organizaciones que ofertan servicios de aprendizaje, aprovechan las bondades que brindan las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) para colaborar, aportando cada una de ellas experiencias que en conjunto posibilitan el desarrollo de comunidades virtuales de aprendizaje (comunidades de e-learning), de las que se benefician los miembros pertenecientes a éstas, como es el caso de la titulaciones conjuntas que se desarrollan a través de Internet.

Las comunidades de e-learning, ofrecen servicios de enseñanza formados por una red de registros de aprendices y recursos de aprendizaje (Red de experiencias de los pares); son accesibles a través de plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales (LMS), las que permiten federar dichos recursos y posibilitan los espacios colaborativos entre cada uno de sus miembros.

En los últimos años, se ha visto una creciente inmersión de las tecnologías móviles en el apoyo a procesos organizacionales. En el sector académico, su utilización es de vital importancia, ya que posibilitan la ubicuidad de la información, permitiendo la accesibilidad a experiencias de los miembros de la comunidad en cualquier instante y lugar, extendiendo el acceso a las experiencias almacenadas en los LMS, lo que puede enriquecer los procesos de aprendizaje, sumado a que posibilita la colaboración entre estudiantes a través de dispositivos hardware ligeros y de acceso global.

La utilización de tecnologías móviles en el campo de la educación, es una tendencia que se conoce en la literatura como M-learning (**Wains & Mahmood, 2008**). Esta tendencia apoya la usabilidad de las soluciones de formación virtual, es decir, facilita a las personas interactuar con objetos de aprendizaje y herramientas de colaboración para desarrollar actividades de aprendizaje a través de dispositivos móviles.

El presente trabajo muestra un caso de estudio de federación de experiencia de pares de comunidades virtuales de aprendizaje y la accesibilidad a estas experiencias a través de tecnologías móviles. Esta iniciativa contribuye con la solución del problema de aislamiento tecnológico que imposibilita la realización de las comunidades y se apoya en las bondades que brindan las tecnologías móviles para acceder a servicios de aprendizaje. También, el caso de estudio sirve para validar la utilidad arquitectónica que guía el modelo, y la ventaja que aporta para posibilitar el acceso a las experiencias de pares de la comunidad desde diversidad de dispositivos o tecnologías *SaaS*.

6.3.2 Materiales y Métodos

La comunidad virtual de aprendizaje desarrollada en el caso de estudio, ha sido concebida atendiendo las directrices funcionales descritas en el capítulo 3 del presente documento (**Capítulo 3. MODELO CONCEPTUAL DE TITULACIONES CONJUNTAS EN AMBIENTES DE E-LEARNING**).

Como soporte tecnológico para posibilitar la generación de servicios de aprendizaje se ha utilizado la arquitectura propuesta en el capítulo 5, la cual sigue las guías definidas en el modelo de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

Apoyados en lo anterior, se describe un caso académico de una titulación conjunta implementada en la Universidad de Cartagena, que está a disposición de los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de dicha institución a través de dispositivos móviles.

Para el desarrollo del caso de estudio se han reutilizado los componentes software de la arquitectura que han servido de soporte a los dos casos de estudio anteriores.

Para la realización de las pruebas, los Web Services se implementaron con tecnologías java y se ejecutaron sobre Apache Tomcat y Axis. El desarrollo del *SaaS* móvil, es decir, de las interfaces de los dispositivos móviles para acceso a los servicios de aprendizaje se ha realizado utilizando Java Micro Edition (**Java ME**).

Los elementos a integrar están descritos por dos sistemas LMS que poseen la Universidad de Cartagena y la empresa Colcomputo Ltda., ambos de tecnologías Open Source (**Moodle; ATutor**). Han sido federadas experiencias de aprendizaje que se encuentran almacenadas en Moodle. Dichas experiencias están formadas por objetos de aprendizaje y objetos de comunicación (**numeral 3.2.2.4. Vista de Información**) diseñados por la Universidad de Cartagena, los cuales además de ser consumidos desde los diversos LMS también podían accederse desde las interfaces móviles, como se describe en la siguiente sección.

6.3.3 Resultados

La utilización de los componentes de la arquitectura descrita en el capítulo anterior, ha permitido federar experiencias de dos comunidades virtuales de aprendizaje, con el fin de generar una titulación conjunta, que se colocó a disposición de los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena.

Para la titulación conjunta se utilizaron experiencias que aporta la Universidad de Cartagena y se consumen desde las dos comunidades cooperantes, la primera es el Par Id1: Colcomputo Ltda., una empresa proveedora de soluciones en el campo de la informática en la región Caribe Colombiana, quien a través de su LMS (**ATutor**), tiene una plataforma para cualificar a su personal en temas de tecnologías de la información y de las comunicaciones, que le permite desarrollar competencias para la gestión empresarial. El segundo es el Par Id2: es la Universidad de Cartagena, que cuenta con una plataforma LMS (**Moodle**), en la que sus *docentes* y *estudiantes* comparten experiencias de aprendizaje con otras comunidades.

Además de las experiencias federadas por el Par ID2, era viable federar otras experiencias de aprendizaje que podían ser desarrolladas en diversos programas o departamentos académicos de la Universidad de Cartagena, permitiendo la escalabilidad horizontal de contenidos de aprendizaje (**numeral 1.2. Motivación e Importancia Científica de la Investigación**), brindándoles a los instructores la posibilidad de consolidar información de dichas experiencias, que se ubican en diversas plataformas, para construir un currículo adecuado al perfil de cada grupo de *estudiantes*.

El sistema de federación cuenta con la facilidad de proporcionar un control apropiado para el acceso a cada una de las fuentes de datos federadas y que aumentan cada vez que éstas son integradas a la comunidad virtual de aprendizaje.

Al desarrollar una titulación conjunta (comunidad virtual de aprendizaje), se presenta el problema de aislamiento tecnológico ya que cada fuente de datos es heterogénea y autónoma y posee sus propias interfaces de usuarios para la accesibilidad de los estudiantes a sus respectivos cursos.

Además de lo anterior, se presentan otros inconvenientes, por ejemplo la dispersión con la cual se encuentra la información en los cursos, ya que un mismo curso puede tener porciones de información que son utilizadas en otros cursos, que necesariamente no tienen que estar alojados en la infraestructura de datos que utiliza un determinado LMS, es decir, que las experiencias presentadas en un curso pueden provenir de diferentes fuentes de datos, lo que en dado momento obstaculizaría la accesibilidad a los contenidos por parte de los grupos de estudiantes, por lo cual, resulta útil federar dichas fuentes de contenidos de aprendizaje, problema que fue solucionado gracias a la implementación arquitectónica del modelo propuesto.

Mediante la implementación del sistema de federación y una interface de servicios móviles, se planteó una plataforma alternativa y novedosa, que facilitó a los educandos, miembros de la federación, el acceso a los contenidos de cada una de las fuentes de datos federadas que hacían parte de diversos LMS, a través de sus dispositivos móviles con ayuda de tecnologías de la Web 2.0. Lo anterior, fue posible gracias a las guías que ofrece el modelo propuesto, Lo que posibilitó la ubicuidad de la titulación conjunta a los *estudiantes* que se matricularon en ella.

Para lograr la integración de las comunidades cooperantes y del *SaaS* móvil se ha diligenciado la **Tabla 15** de la siguiente forma, identificando **si los *SaaS* poseen capacidades para atender las tareas** que se realizan durante su integración a la nube de comunidades:

Tareas que Realiza el LMS	ATutor (Colcomputo)	Moodle (U. Ctgena)	SaaS Móvil	Utilizar Componente	Desarrollar Proceso
Gestionar Titulación	No aplica porque sólo quiere acceder a los recursos	NO.	No aplica porque sólo quiere acceder a los recursos	Virtualización	Configuración de los Servicios
Gestionar Federación	No aplica porque sólo quiere acceder a los recursos	NO.	No aplica porque sólo quiere acceder a los recursos	IaaS	
Portar Recursos de Aprendizaje	SI	SI	NO	PaaS	Consumo de los Servicios.
Localizar Recursos de Aprendizaje Federados	NO	NO.	NO.		
Federar Recursos de Aprendizaje	NO	NO.	NO.		
Gestionar Comunicación con usuarios remotos	NO	NO.	NO.	SaaS	
Visualizar Recursos Remotos	NO	NO	NO.		

Tabla 15. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS del caso de estudio 3.

De la tabla anterior se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las instituciones:

- *Colcomputo*: Debió utilizar los compontes *PaaS* y *SaaS* de la arquitectura. También realizó el proceso de *consumo de los servicios*.
- *Universidad de Cartagena*: Se ha tenido que utilizar todos los componentes y realizar ambos procesos de integración.
- *SaaS Móvil*: Debió utilizar los compontes *PaaS* y *SaaS* de la arquitectura. También realizó el proceso de *consumo de los servicios*.

La **Figura 94** ilustra la utilización de la arquitectura en la integración de las comunidades del caso de estudio a la nube de cooperación.

Figura 94. Arquitectura de Integración del Caso 3.

La guía que aporta la arquitectura propuesta, ha permitido distribuir adecuadamente los componentes que posibilitaron desarrollar la titulación conjunta, permitiendo además la generación de una comunidad móvil de aprendizaje que viabilizó la ubicuidad de dichas experiencias, es decir, que los *estudiantes* pudiesen acceder a ellas cuando tuviesen disponibilidad para hacerlo e interactuar con otros *estudiantes* tanto de la comunidad móvil como de los LMS pertenecientes a la titulación conjunta (**Figura 95**). Lo cual fue un proceso enriquecedor para el desarrollo de las actividades de enseñanza.

Figura 95. Comunidad móvil de aprendizaje apoyada en la arquitectura propuesta.

Con el Sistema de federación de servicios se ha proporcionado una solución para compartir cursos que son parte del LMS del par ID 2. Para ello, es indispensable que cada una de las fuentes de datos del LMS sean integradas como un *federado* más dentro de la federación y de esta manera, a través de la interface de servicios móviles se tuviese un acceso común a las experiencias de cada par, obteniendo información de los contenidos que allí se manejan; además, se pudo acceder a objetos de colaboración, por ejemplo: los foros temáticos donde la colaboración entre los miembros de la comunidad se evidencia a través del bridge móvil. Por medio de la siguiente figura (**Figura 96**) se muestra la situación mencionada:

Figura 96. Accesibilidad Móvil a Experiencias de Pares de Una Comunidad Virtual de Aprendizaje.

En resumen, la arquitectura de servicios contribuye en este tipo de escenarios de M-learning, ayudando a resolver el problema de aislamiento tecnológico que presentan las plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning. Para el caso en estudio, se utilizaron objetos de aprendizaje y objetos de colaboración (**numeral 3.2.2.4. Vista de Información**) diseñados en la Universidad de Cartagena y que gracias a la implementación arquitectónica del modelo fue posible la federación de estas experiencias de pares, para conformar una titulación conjunta accesible a los estudiantes a través de dispositivos móviles, lo que posibilitó la realización de una comunidad móvil de aprendizaje.

6.3.4 Conclusiones y contribuciones

La arquitectura propuesta soluciona la integración de LMS y posibilita el acceso a servicios de aprendizaje a través de una interface común, por ejemplo la ofrecida por los dispositivos móviles, lo que contribuye con la solución del problema de aislamiento tecnológico que dificulta la creación de comunidades virtuales de aprendizaje, consecuencia de la heterogeneidad de las plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

De igual forma, dicha arquitectura fomenta la creación de objetos de aprendizaje para el desarrollo de actividades de e-learning, en la medida en que permite la reutilización de contenidos de plataformas heterogéneas, que pueden ser utilizados por los integrantes de una comunidad móvil de aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar.

Por otra parte, la arquitectura propuesta se convierte en un marco de referencia para el desarrollo de aplicaciones Web accesibles en el contexto de las comunidades virtuales de aprendizaje, que faciliten el proceso de formación mediada por tecnologías de la información, porque permite la reutilización de objetos de aprendizaje entre distintas plataformas, mejorando la usabilidad de las soluciones de formación virtual, al posibilitar su uso, incluso en dispositivos móviles.

Además de lo anterior, la arquitectura posibilita los escenarios de m-learning, ya que permite a los *estudiantes* acceder a recursos de aprendizaje de titulaciones conjuntas llevadas a cabo entre múltiples organizaciones, en el instante de tiempo y en cualquier lugar que el *estudiante* considere adecuado para llevar a cabo sus actividades de enseñanza, todo esto apoyado en dispositivos ligeros que actualmente son accesibles y que la mayoría de los *estudiantes* de las universidades poseen, como son los dispositivos móviles, aprovechando sus funcionalidades para apoyar procesos educativos, lo que los convierte en procesos enriquecedores que motivan a los *estudiantes*.

Finalmente se puede afirmar que por medio de la implementación arquitectónica del modelo, se mejora la accesibilidad a las experiencias de pares de comunidades virtuales de aprendizaje, en la medida en que se posibilita el acceso a los objetos de aprendizaje y a objetos de colaboración, a través de tecnologías móviles; aprovechando la masificación en el uso que han tenido dichos dispositivos en los últimos años, mejorando el acceso a las experiencias generadas por los pares, y la interacción con los mismos de forma más dinámica desde objetos de colaboración, como son los foros que se crean desde los LMS, donde la participación de los miembros de la comunidad rompe las barreras del aislamiento tecnológico, ya que permite acceder a dichos foros a través de las interfaces de los dispositivos móviles.

En conclusión, el caso de estudio ha permitido validar la utilidad del modelo para posibilitar la integración de LMS y la accesibilidad a experiencias de pares. Como trabajo complementario a este caso de estudio, se debe seguir trabajando en la

usabilidad de las interfaces de las plataformas móviles para desarrollar comunidades virtuales de aprendizaje, el diseño de experiencias de los pares adecuadas para desarrollar actividades de aprendizaje en entornos móviles, metadatos para la descripción de la grid de servicios de aprendizaje, metodologías para valoración de pares en estos contextos y modelos colaborativos que utilicen este tipo de dispositivos para el desarrollo de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning.

6.4 Integración de Comunidades Virtuales de Aprendizaje Apoyadas en Tecnologías Inmersivas.

6.4.1 Introducción

Recordando lo tratado en los capítulos anteriores, las comunidades son definidas como grupos que comparten una preocupación, un conjunto de problemas, o una pasión sobre un tema, y que profundizan su conocimiento y experiencia en esta área mediante la interacción de forma continua (**Hara & Shachaf & Stoerger, 2009**). Para el caso de las comunidades virtuales de aprendizaje estos grupos están conformados por organizaciones o personas que comparten experiencias de aprendizaje a través de tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC).

La Universidad de Cartagena en busca de ofrecer actividades de enseñanza acorde a las preferencias de aprendizaje de los estudiantes, se plantea un ejercicio académico para integrar las experiencias que posee y que pudiesen ser consumidas desde tecnologías accesibles y que mantuviesen motivados a los estudiantes para desarrollar dichas actividades buscando generar escenarios de aprendizaje novedosos y enriquecedores.

Debido a lo anterior, dada la inclinación de los estudiantes por la utilización de videojuegos, se plantea utilizar tecnologías afines para apoyar el desarrollo de actividades de enseñanza. Es decir utilizar interfaces gráficas, ricas en recursos audiovisuales y con ambientes adaptativos y colaborativos para apoyar los procesos de aprendizaje. Por lo anterior se decide consumir servicios desde un proveedor *SaaS* social, que se apoya en tecnologías inmersivas (**Ramos et al, 2007**), las cuales permiten atender estos requisitos, como es el caso de SecondLife (**SecondLife**).

“Los ambientes virtuales inmersivos son espacios tridimensionales, reales o imaginarios, generados por computadora, con los que el usuario puede interactuar y que le producen la sensación de estar dentro de un ambiente o lugar” (**Ramos et al, 2007**).

Para llevar a cabo lo anterior, surgen una serie de interrogantes que se debían responder para posibilitar la generación de comunidades virtuales de aprendizaje soportadas en tecnologías inmersivas, como son los mundos virtuales de SecondLife, entre estos mencionamos:

- ¿Cómo debían integrarse los LMS de la Universidad de Cartagena para permitir que las titulaciones conjuntas que se ofertaban fuesen accesibles desde el mundo virtual?
- ¿Cómo se podían proteger los derechos de propiedad intelectual sobre las experiencias de aprendizaje de la Universidad de Cartagena?

- Muchos estudiantes ingresaban a SecondLife y terminaban navegando por todo el mundo virtual y estableciendo redes sociales en éste, distintas a las comunidades académicas. Cómo se podía hacer para enfocar a los estudiantes en las actividades de enseñanza propuestas por la Universidad?
- Algunos estudiantes no tenían las capacidades computacionales gráficas necesarias para ejecutar las tecnologías inmersivas, cómo se podía garantizar que no quedasen por fuera de la comunidad virtual de aprendizaje?

Debido a lo anterior, se ha decidido utilizar para atender la solución de los interrogantes anteriores y facilitar la generación de una comunidad virtual de aprendizaje soportada en tecnologías inmersivas, las guías que aporta la arquitectura propuesta en el capítulo 5.

En el caso de estudio, se describe la titulación conjunta como una comunidad, organización o grupo (**numeral 3.2.2.1. Vista de organización**). También se identifican tareas colaborativas que desarrollan los miembros de la comunidad y se contribuye con una solución al problema de federación de experiencias de pares y el acceso a dichas experiencias de aprendizaje a través de entornos inmersivos, como es el caso de los mundos virtuales.

6.4.2 Materiales y Métodos

La federación de experiencias de aprendizaje aportadas por cada uno de los pares de la comunidad de aprendizaje, es realizada utilizando como soporte los componentes de la arquitectura propuesta en el capítulo 5, la cual sigue las guías que establece el modelo conceptual propuesto en el presente trabajo de investigación.

Para el caso de estudio, se han construido objetos de aprendizaje, de colaboración y de valoración (**numeral 3.2.2.4. Vista de información**), desarrollados en la Universidad de Cartagena. Entre los objetos de aprendizaje se han realizado contenidos de curso; para los objetos de colaboración se ha utilizado un chat a través de los servicios de Moodle (**Moodle**) y accesible desde el entorno inmersivo. Como objeto de valoración, se ha implementado un quiz en forma de selección múltiple, diseñado desde los servicios de Moodle (**Moodle**) y accesible también a través del entorno inmersivo.

Para la realización de las pruebas, los Web Services se implementaron en java (**Oracle. Sun Developer Network**) y se ejecutaron sobre Apache Tomcat (**The Apache Software Foundation**) y Axis (**The Apache Software Foundation**).

La implementación del mundo virtual, como ejemplo de uso de tecnologías inmersivas para formar comunidades virtuales de aprendizaje y que permite acceder a experiencia

de los pares, se ha realizado utilizando el entorno SecondLife (**Secondlife**) y utilizando tecnologías Open Source. El entorno de mundos virtuales Open Source utilizado es una plataforma denominada OPenSimulator (**OpenSimulator**). Ella es multi-plataforma, es un servidor de aplicaciones multi-usuario 3D y puede ser utilizado para crear un entorno virtual (o del mundo), que se puede acceder a través de una variedad de clientes, en varios protocolos.

Para posibilitar el acceso de los miembros de la comunidad soportada en tecnologías inmersivas, a las experiencias que se han federado desde Moodle (**Moodle**), se ha utilizado un proyecto Open Source que permite extender las funcionalidades de *SaaS*, es decir, que permite acceder a las funcionalidades de Moodle a través de Secondlife y OpenSimulator, este proyecto es llamado SLOODLE (**SLOODLE**). Este es un proyecto que integra ambientes virtuales multi-usuarios de SecondLife (**SecondLife**) con Moodle. Sloodle posee diferentes objetos y herramientas en el mundo virtual, en las que se destacan:

- *Sloodle Registration Booth*: Comprueba que los avatares están registrados en el sitio Moodle.
- *Sloodle Enrolment Booth*: Comprueba si están matriculados en el curso Moodle.
- *Sloodle Acceso Checker*: Comprueba el acceso de los avatares al curso Moodle.
- *Sloodle WebIntercom*: Sincroniza un chat de Moodle y Opensimulator.
- *Sloodle Quiz Chair*: Obtiene las preguntas del quiz de Moodle y permite que la realicen en Opensimulator.
- *Sloodle MetaGlos*: Nos permite acceder a un glosario de Moodle.

A través de estos distintos objetos que ofrece Sloodle, los usuarios presentan un ambiente virtual que mejora el proceso de formación, brindando un acercamiento a los contenidos de una manera casi real.

6.4.3 Resultados

.

El caso de estudio ha permitido crear una comunidad virtual de aprendizaje, entre dos organizaciones. La primera es el par ID1: Colcomputo Ltda., mencionada en los casos de estudios anteriores. La segunda organización, Par ID2: es el grupo de investigaciones E-Soluciones del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad

de Cartagena, el cual aporta experiencias de aprendizaje, con las cuales se han conformado servicios que son accesibles a los miembros de ambas organizaciones, a través del mundo virtual creado para ello.

Los LMS de cada organización (par ID1 y par ID2), dentro de la comunidad creada, siguen siendo autónomos y heterogéneos en sus arquitecturas y en la forma de almacenar sus experiencias, lo que dificulta la interoperabilidad con experiencias de pares que se encuentran distribuidos en los diversos sistemas, por lo que la utilización de los componentes de la arquitectura propuesta es útil en el proceso de formación de la nube de comunidades.

Debido a que la comunicación entre los componentes de la arquitectura se realiza a través de tecnologías Web 2.0, como son XML y JSON, y que la arquitectura garantiza un alto grado de independencia funcional al utilizar patrones de diseño y modelos de programación ligeros; es posible utilizar la propuesta arquitectónica como elemento de enlace, para que los miembros de la comunidad puedan acceder desde el mundo virtual a los servicios de aprendizaje federados.

Inicialmente se había decidido utilizar los servicios de Secondlife, sin embargo, los estudiantes constantemente generaban distracción y dejaban las actividades de enseñanza incompletas por dedicarse a conocer las diversas funcionalidades del mundo virtual, lo que imposibilitaba el desarrollo de una forma adecuada del caso de estudio. Por la anterior razón, se decide utilizar un entorno OpenSource y habilitar servicios de un mundo virtual que únicamente permitiese el desarrollo de las actividades de la comunidad de aprendizaje, por lo tal, se decide utilizar OpenSimulator para ofrecer estos servicios a los estudiantes. Sin embargo, los resultados de este caso de estudios también podrían ser implementados sobre Secondlife.

Los elementos a integrar son los LMS respectivos de ambos pares y el *SaaS* inmersivo, también era posible integrar LMS de otros programas académicos de la Universidad de Cartagena.

Para lograr la integración de las comunidades cooperantes y del *SaaS* inmersivo se ha diligenciado la **Tabla 15** de la siguiente forma, valorando **si los *SaaS* poseen capacidades para atender las tareas** que se realizan durante su integración a la nube de comunidades.

Tareas que Realiza el LMS	ATutor (Colcomputo)	Moodle (U. Ctgena)	SaaS Inmersivo	Utilizar Componente	Desarrollar Proceso
Gestionar Titulación	No aplica porque sólo quiere acceder a los recursos	NO.	No aplica porque sólo quiere acceder a los recursos	Virtualización	Configuración de los Servicios
Gestionar Federación	No aplica porque sólo quiere acceder a los recursos	NO.	No aplica porque sólo quiere acceder a los recursos	IaaS	
Portar Recursos de Aprendizaje	SI	SI	NO	PaaS	Consumo de los Servicios.
Localizar Recursos de Aprendizaje Federados	NO	NO.	NO.		
Federar Recursos de Aprendizaje	NO	NO.	NO.		
Gestionar Comunicación con usuarios remotos	NO	NO.	NO.	SaaS	
Visualizar Recursos Remotos	NO	NO	NO.		

Tabla 16. Valoración de componentes a utilizar y de procesos a desarrollar en la integración de LMS del caso de estudio 4.

De la tabla anterior se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las instituciones:

- *Colcomputo*: Debió utilizar los compontes *PaaS* y *SaaS* de la arquitectura. También realizó el proceso de *consumo de los servicios*.
- *Universidad de Cartagena*: Se ha tenido que utilizar todos los componentes y realizar ambos procesos de integración.
- *SaaS Inmersivo*: Debió utilizar los compontes *PaaS* y *SaaS* de la arquitectura. También realizó el proceso de *consumo de los servicios*. Además de lo anterior al *SaaS* inmersivo se le añade el plug-in *Sloodle*, para extender sus funcionalidades y permitir su comunicación con el LMS universitario.

La **Figura 97** ilustra la utilización de la arquitectura en la integración de las comunidades del caso de estudio a la nube de cooperación.

Figura 97. Arquitectura de Integración del Caso 4.

Dentro del mundo virtual (tecnología inmersiva), los actores de la comunidad de aprendizaje serán denominados “*avatars*”. Este término es utilizado para definir una representación gráfica, generalmente humana, que se asocia a un usuario para identificarlo dentro de un contexto, especialmente virtual.

El *docente* de la titulación conjunta, pertenece a la organización par ID2: Universidad de Cartagena, éste ha creado objetos de aprendizaje, de colaboración y de valoración (**numeral 3.2.2.4. Vista de información**). Posteriormente el *director* de la titulación conjunta, que también pertenece a el par ID2, habilita para compartir dichos objetos y a continuación configura la federación mezclándolos para definir servicios de aprendizaje en el componente de *virtualización* de la arquitectura.

El *grupo de estudiantes* de la titulación conjunta, está formado por los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena y por trabajadores de la empresa Colcomputo Ltda. Sin embargo, dentro del mundo virtual es transparente la afiliación de los estudiantes, ya que ellos forman una sola comunidad que accede a los recursos de aprendizaje a través de una interfaz común aportada por el entorno inmersivo (**Figura 98**).

Figura 98. Interacción de Avatars en la Titulación Conjunta.

Después de ser configurados los servicios, se hizo necesario proveer un mecanismo que permitiese utilizarlos y consumirlos desde las interfaces inmersivas, lo anterior se ha representado en el modelo por medio del componente denominado *SaaS* (**Figura 97**), el cual, invoca al componente *Plataforma de Servicios* (**Figura 97**), este último invoca los servicios federados, facilitando su integración desde distintos tipos de dispositivo, su sindicación y la creación de interfaces ricas de usuario, al aplicar modelos de desarrollo y modelos de negocio ligeros, en la medida en que su petición se hace a través de XML, lo cual facilita la integración a través de tecnologías inmersivas como es el caso de los mundos virtuales.

El caso de estudio ha posibilitado los escenarios colaborativos entre miembros de la comunidad, ya que el mundo virtual ha permitido crear representaciones de aulas, en las cuales, los usuarios convergen para acceder a objetos de aprendizaje y realizar actividades cooperativas con otros *avatars* miembros de la comunidad (**Figura 99**). El aula virtual, genera una comunidad con interfaces gráficas en común, lo que posibilita la colaboración entre los diversos actores y los motiva a desarrollar las actividades de la titulación conjunta.

Figura 99. Vista del Mundo Virtual - Aula Colaborativa.

También es posible que otros usuarios colaboren por fuera del aula virtual (**Figura 100**), ya que se pueden crear otros escenarios para acceder a objetos de colaboración que han sido diseñados desde los LMS de los pares cooperantes. Por ejemplo, en el caso de estudio, usuarios que pertenecen a Moodle (**Moodle**), pueden acceder a un chat creado por el docente, tanto desde su LMS (**Figura 101**), como desde dentro del entorno virtual (**Figura 100**), esto gracias a Sloodle (SLOODLE), posibilitando la colaboración entre miembros de la comunidad.

Figura 100. Conversación desde Mundo Virtual.

Figura 101. Conversación desde el Chat de Moodle.

La interacción existente en el mundo virtual permite que los estudiantes desarrollen funciones de liderazgo, generen ideas y colaboren en pro del cumplimiento de las competencias del proceso formativo.

El mundo virtual también ha permitido acceder a través de una interfaz gráfica común a los objetos de valoración que conforman servicios federados y que el *docente* ha creado para los diferentes *avatars* miembros de la comunidad y que previamente ha diseñado desde el LMS del par ID2 (**Figura 102**).

Figura 102. Avatar Realizando una Evaluación.

La utilización de la arquitectura en el presente caso de estudio, permitió la integración de LMS y el consumo de servicios de aprendizaje a través de tecnologías inmersivas, lo anterior se convirtió en una herramienta poderosa y motivante para los *estudiantes*, lo que permitió enriquecer las actividades de enseñanza realizadas y atender a los interrogantes iniciales planteados de la siguiente manera:

- La integración de las plataformas LMS fue posible gracias a la descripción arquitectónica propuesta, lo que permitió validar su utilidad en este tipo de escenarios y por tanto la contribución del modelo en la solución del problema de aislamiento tecnológico que imposibilita la realización de titulaciones conjuntas.
- La utilización de la arquitectura da confianza a los autores de los contenidos de aprendizaje, ya que a través de la virtualización de éstos es posible tener el control sobre ellos, garantizando sus derechos de propiedad intelectual, independiente de las tecnologías que se utilicen para consumirlos.
- La implementación de un mundo virtual soportado en tecnología Open Source, dio la posibilidad de crear un entorno social inmersivo único para el desarrollo de actividades de enseñanza, evitando factores de distracción que existen en Secondlife, aunque también los servicios de aprendizaje pueden ser consumidos desde este último entorno.
- Una de las grandes ventajas que ofrece la arquitectura es que los servicios de aprendizaje pueden ser consumidos bajo demanda desde cualquier *SaaS*, sean de las universidades o aplicaciones de terceros. Por tal, los *estudiantes* pueden desarrollar sus actividades desde entornos inmersivos e interactuar con otros *estudiantes* y servicios de la comunidad de aprendizaje, independiente de que algunos estudiantes estén accediendo a ellos desde sus LMS.

6.4.4 Conclusiones y contribuciones

Los proveedores *SaaS* de tecnologías inmersivas, por ejemplo: los mundos virtuales, proveen un recurso tecnológico útil dentro del campo del e-learning, debido a que se convierten en una herramienta que posibilita la accesibilidad a las experiencias de aprendizaje que los diversos pares han compartido a la comunidad, generando las siguientes ventajas en los procesos de formación:

- Espacios compartidos para colaboración.
- Interacción en tiempo real de los diversos actores del proceso de aprendizaje (estudiantes, docentes, directores).

- Interfaces gráficas atractivas en 3D, lo que motiva a estudiantes, especialmente jóvenes.
- Fomenta la formación de comunidades virtuales de aprendizaje.
- Ubicuidad y disponibilidad de los objetos de aprendizaje.
- Accesibilidad a las experiencias de los pares.

La implementación de tecnologías inmersivas en las comunidades virtuales de aprendizaje, facilita la usabilidad de las soluciones de formación virtual, según lo observado en el caso de estudio, en la medida en que permiten a cada uno de los integrantes de la comunidad asumir el rol que representan dentro de los mundos virtuales, con interfaces gráficas que simulan los entornos reales de interacción, convirtiendo el escenario de uso en algo más natural.

Ante el problema tecnológico de aislamiento que está imposibilitando la realización de comunidades virtuales de aprendizaje, debido a la heterogeneidad de las plataformas, se puede validar que el modelo de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning es útil y contribuye a la realización de estos escenarios, ya que propone una arquitectura que permite el desarrollo de aplicaciones web accesibles, facilitando la integración de comunidades virtuales de aprendizaje apoyadas en diversidad de tecnologías y dispositivos, como es el caso de las tecnologías inmersivas, lo que al mismo tiempo contribuye representativamente en la accesibilidad del proceso de formación mediada por tecnologías de la información.

La arquitectura plantea un sistema de federación de servicios conformado por varios subsistemas, cada uno de los cuales se encuentra débilmente acoplado, garantizando un alto grado de independencia funcional al utilizar patrones de diseño y modelos de programación ligeros, haciendo posible la interoperabilidad entre plataformas heterogéneas y el uso de tecnologías inmersivas al momento de implementar comunidades virtuales de aprendizaje.

Los mundos virtuales ofrecen una estrategia para facilitar el desarrollo de actividades de aprendizaje, debido a que aportan una interfaz común para la accesibilidad de los estudiantes a las experiencias que se han federado de los diversos pares. Además ofrece un entorno amigable que motiva al *estudiante* en el desarrollo y alcance de las competencias fijadas para el proceso de aprendizaje.

En resumen, la implementación arquitectónica del modelo propuesto contribuye a la solución del problema de aislamiento tecnológico que imposibilita la formación de comunidades virtuales de aprendizaje, en especial, la realización de titulaciones conjuntas entre organizaciones apoyadas en mundos virtuales, como se ha podido demostrar en el caso de estudio, destacando, que este aporte simplifica la interacción entre miembros de la comunidad de aprendizaje, al permitir configurar servicios

federados de acuerdo a sus intereses y al posibilitar notablemente la ubicuidad de la experiencias de los pares.

Como trabajos futuros de investigación, desarrollados en este tipo de contexto, se debe seguir realizando escenarios de cooperación en donde se pueda validar la importancia de utilizar otro tipo de experiencias de pares como soporte a las actividades de investigación, por ejemplo utilizando objetos repositorios y objetos interactivos **(numeral 3.2.2.4. Vista de información)**.

Además de lo anterior, también se debe trabajar en estrategias para la negociación de preferencias de aprendizaje, aspectos de usabilidad de las interfaces de las tecnologías inmersivas, factores multiculturales e internacionalización y también la accesibilidad de personas con algún tipo de discapacidad humana que impida interactuar con las experiencias de aprendizaje de las comunidades virtuales de aprendizaje. También, como trabajo futuro de investigación es interesante validar el modelo, federando experiencias de aprendizaje creadas desde otras redes sociales como facebook, wikipedia, entre otros.

7 CONTRIBUCIONES ORIGINALES, CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

7.1 Contribuciones Originales

Se resumen a continuación las principales contribuciones del trabajo de investigación que aquí se ha presentado:

- Se ha realizado una *revisión sistemática del uso de tecnologías de la información y de las comunicaciones en el campo de la educación* y en concreto las iniciativas que se encuentran dentro del campo del e-learning para identificar los problemas de interoperabilidad entre LMS.
- Se ha realizado una *identificación y descripción del problema de aislamiento tecnológico que está imposibilitando la realización de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning*. Se ha concluido que no es sólo un problema de interoperabilidad entre pares cooperantes sino que hay problemas relativos al conjunto de servicios de aprendizaje y al soporte que los LMS deben ofrecer para tratar los procesos de iniciación, formación y mantenibilidad de la comunidad virtual de aprendizaje.
- Se ha realizado una *evaluación de plataformas de gestión e impartición de titulaciones virtuales que se encuentran actualmente en el mercado del e-learning*, detectando que no son aptas para facilitar los escenarios de

colaboración entre pares y de federación de experiencias de aprendizaje de los miembros de las comunidades virtuales de aprendizaje, como es el caso de las titulaciones conjuntas.

- Se ha propuesto una *descripción conceptual que permite el entendimiento del dominio de las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning*. Acorde a las características de este tipo de escenarios, se han podido considerar organizaciones, grupos o comunidades virtuales de aprendizaje, lo que ha facilitado su estudio y la identificación de requisitos funcionales que deben ser tomados en consideración para caracterizar adecuadamente dichos escenarios.
- Se ha propuesto la *definición de un modelo conceptual de plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas*. El marco definido responde a la motivación de la tesis de dar solución al problema de aislamiento tecnológico que están generando los LMS que conforman comunidades virtuales de aprendizaje.
- Se ha propuesto una *definición de una arquitectura de integración de LMS en nubes de cooperación de e-learning*, que ha servido para definir la metodología de enganche de los LMS actuales y poder crear de esa forma titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning. También se ofrece a los diseñadores de futuros LMS como propuesta para construir plataformas que se puedan integrar de manera más eficiente.
- Se ha realizado una *implementación de una herramienta arquitectónica que permite crear comunidades virtuales de aprendizaje a través de múltiples tecnologías en nubes de cooperación de e-learning*, por ejemplo: se permite la creación de comunidades móviles de aprendizaje, comunidades virtuales de aprendizaje soportadas a través de tecnologías inmersivas, comunidades de cualificación de personal empresarial, entre otras.
- Se han utilizado *patrones organizacionales y patrones arquitectónicos modulares en el diseño e implementación de la arquitectura*. Se resalta la importancia del uso de estas guías, para facilitar el entendimiento y la

solución aportada al problema que resuelve el presente estudio. Posibilitando una arquitectura colaborativa y de federación de servicios de aprendizaje, lo que contribuye al desarrollo de arquitecturas abiertas que pueden interoperar con fuentes federadas, independientes de la heterogeneidad y de la autonomía de los sistemas que conforman a una comunidad virtual de aprendizaje.

- Se ha realizado la *identificación y clasificación de los elementos más importantes con los que trabaja el sistema para gestionar el conocimiento colectivo*, descrito a través de los servicios de aprendizaje accesibles a los miembros de las comunidades virtuales de aprendizaje. Estos servicios han sido definidos como una grid de recursos de aprendizajes compartidos por cada uno de los miembros cooperantes pertenecientes a la comunidad.

7.1.1 Publicaciones científicas y proyectos de investigación relacionados

Esta tesis se asienta en una serie de publicaciones y trabajos de investigación (**Tabla 17**), que han permitido socializar y valorar nuestra propuesta de investigación. Los trabajos más pertinentes, los cuales han sido citados convenientemente dentro del cuerpo del documento y relacionados en las referencias bibliográficas son por orden cronológico descendente:

Año	Publicación
2010	Ribón, Julio R. & de Miguel, Tomás P. & Monroy, Martín. (2010). Web 2.0 Architecture for Services Federation in Virtual Learning Communities. In Proceedings of The 5th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS 2010), Panama City, Panama on 22 - 24 September, 2010. [Consulta: Septiembre de 2010].
2010	Monroy, R. Martín & Ribón, Julio R. & de Miguel, Tomás P. (2010). Federation of Academic Services Supported by Organizational and Design Patterns. In Proceedings of The 5th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS 2010), Panama City, Panama on 22 - 24 September, 2010. [Consulta: Septiembre de 2010].
2010	Ribón, Julio R. & Monroy, Ríos Martín & González, Marco (2010). Acceso a Experiencias de Pares de Comunidades Virtuales de Aprendizaje Soportada en Tecnologías Móviles. En memorias de Cava 2010 - Congreso Internacional

	de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles, 1 - 2 y 3 de septiembre de 2010 Cartagena – Colombia. [Consulta: Septiembre de 2010].
2010	Ribón, Julio R. & Monroy, Ríos Martín. & Romero, G Iván & Llamas, José E. & de Miguel, Tomás P. (2010). Integración de Comunidades Virtuales de Aprendizaje Apoyadas en Tecnologías Inmersivas. En memorias de Cava 2010 - Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles, 1 - 2 y 3 de septiembre de 2010 Cartagena – Colombia. [Consulta: Septiembre de 2010]. Observación: Primer puesto a mejor presentación de full paper.
2009	Ribón, J. R. & de Miguel, T. P. & Ortiz, J. H. (2009). Joint degrees in e-learning environments. In Proceedings of the 2009 Euro American Conference on Telematics and information Systems: New Opportunities To increase Digital Citizenship (Prague, Czech Republic, June 03 - 05, 2009). EATIS '09. ACM, New York, NY, 1-8. DOI= http://doi.acm.org/10.1145/1551722.1551738 . [Consulta: Agosto de 2009].
2009	Rodríguez, Julio C. & Monroy, Martín (2009). Modelado De La Federación De Servicios Para La Gestión Empresarial Apoyándose En Tecnologías Web 2.0. Proyecto de Investigación financiado por el Ministerio de TIC (Colombia), el Observatorio del Caribe Colombiano, la Universidad de Cartagena y Colcomputo Ltda.
2008	Rodríguez, Julio C. & García, Miguel A. & Franco, David (2008). Modelo Conceptual Para Contribuir Al Diseño Y Modelado De Actividades De E-Learning. Trabajo de Investigación presentado para ascenso de Categoría Docente – Universidad de Cartagena.
2007	Rodríguez Ribón, Julio C.; De Miguel Moro, Tomas P.; Medina Víctor Hugo (2007). “Middleware Web Services para la Interoperabilidad entre Plataformas de Gestión del Aprendizaje”. En: 36 Jornadas Argentinas de Informática - 8° Simposio Argentino en Ingeniería de Software (ASSE 2007). 27 al 31 de Agosto de 2007, Mar del Plata (Argentina). Libro de Actas. ISBN: 1850-2792, pág: 219 a 228.
2007	Rodríguez, Julio Cesar & de Miguel, Tomás Pedro (2007). Titulaciones conjuntas en ambientes cooperativos de e-learning. [Artículo en línea]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 4, n.o 2. UOC. Available Online at: http://www.uoc.edu/rusc/4/2/dt/esp/rodriguez_miguel.pdf . issn I698-580X. [Consulta: Septiembre de 2007]
2007	Rodríguez, Julio C. & De Miguel, Tomas P. & Franco, David (2007). “Modelado de Plataformas de Gestión del Aprendizaje”. En: 1er Congreso Internacional – Las TIC al Servicio de la Educación. 10 al 13 de Octubre de 2007, Cartagena de Indias (Colombia). Libro de Actas - ISBN: 978-958-97865-4-3.
2007	Rodríguez, Julio C. & De Miguel, Tomas P. & García, Miguel (2007). “Aplicación de Estándares XML en E-learning”. En: 1er Congreso Internacional – Las TIC al Servicio de la Educación. 10 al 13 de Octubre de 2007, Cartagena de Indias (Colombia). Libro de Actas - ISBN: 978-958-97865-4-3.
2007	Velásquez, Camilo Andrés & Llamas, José E. & Rodríguez, Julio C. & García, Bolaño Miguel (2007). “Integración de Servicios Académicos Soportada en Gestores de Contenidos”. En: 1er Congreso Internacional – Las TIC al Servicio de la Educación. 10 al 13 de Octubre de 2007, Cartagena de Indias (Colombia).

	Libro de Actas - ISBN: 978-958-97865-4-3.
2006	Rodríguez, Ribón Julio C & De Miguel, Moro Tomás P. (2006). Modelo Arquitectónico Neutral Para la Interoperabilidad de Plataformas de Gestión del Aprendizaje. En: IV Simposio Internacional de Sistemas de Información e Ingeniería de Software en la Sociedad del Conocimiento. Libro de Actas – Volumen 1. Cartagena de Indias 2006. ISBN: 84-690-0258-9.

Tabla 17. Publicaciones científicas y proyectos de investigación relacionados.

7.2 Conclusiones

En los modelos tradicionales de educación, las organizaciones que ofertan titulaciones, es frecuente que establezcan convenios para colaborar mutuamente y compartir esfuerzos en la realización de dichas actividades, desarrollando currículos conjuntos que ponen a disposición de sus estudiantes. Estos convenios de colaboración, también pueden sustentarse sobre modelos de e-learning, es decir, modelos de aprendizaje soportados en tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), en especial sobre la Internet, debido a las ventajas que la tecnología ofrece para el desarrollo de estos escenarios, por ejemplo: ubicuidad de acceso a contenidos de aprendizaje, ampliación de la cobertura académica a bajos costos, fomento de redes de conocimiento, optimización del tiempo de cualificación, reutilización de contenidos, disminución de costos de traslados de docentes y estudiantes, entre otros.

El presente trabajo de investigación ha permitido detectar, que a pesar de las ventajas que ofrece el uso de las TIC como soporte a procesos de colaboración entre organizaciones para realizar titulaciones conjuntas, estos escenarios actualmente no son comunes, debido a la dificultad para compartir recursos pues cada organización cooperante utiliza su propia herramienta LMS y éstas no permiten cooperar entre sí, incluso cuando se trata de herramientas del mismo fabricante, pues no disponen de las funcionalidades adecuadas para identificar escenarios de colaboración.

En esta tesis, se ha propuesto un modelo conceptual de plataformas de gestión e impartición de titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning (LMS), que contribuye a solucionar el problema de aislamiento tecnológico que padecen dichas plataformas. Gracias a las guías que aporta el modelo, se ha podido corroborar que el problema tecnológico no se soluciona solamente al permitir que los LMS interoperen con los recursos de aprendizaje de su contraparte, sino que se hace necesario que éstos atiendan los requisitos funcionales de las titulaciones conjuntas realizadas en una nube de colaboración de e-learning.

Inicialmente, antes de conceptualizar el modelo de LMS, se han estudiado las titulaciones conjuntas en ambientes de e-learning actuales, con el fin de entender el dominio de estos escenarios y poder determinar requisitos funcionales que contemplan los LMS. Lo anterior, dadas las características de las titulaciones conjuntas, ha permitido tratarlas como una organización o grupo, es decir que puedan ser vistas como comunidades virtuales de aprendizaje.

Para establecer el marco lógico del modelo que permite la integración de LMS, se ha realizado una descripción de los elementos e información que éstos comparten durante la interoperabilidad y la forma en que dichos elementos se intercambian con otros LMS. Con lo anterior y apoyados en una metodología para modelar sistemas cooperativos denominada AMENITIES, se ha realizado un diseño de la estructura lógica de los componentes que permiten el intercambio de los recursos entre LMS y de la forma como estos recursos pueden ser utilizados desde diferentes sistemas.

El modelo conceptual ha sido útil también para validar la utilidad de AMENITIES como metodología de modelado de sistemas colaborativos, en especial, en el contexto de las comunidades virtuales de aprendizaje. Se ha podido observar que las referencias conceptuales ofrecidas por AMENITIES, permiten conceptualizar adecuadamente los sistemas estudiados y facilita su implementación en componentes software, utilizando UML como herramienta de modelado.

Para valorar la aplicación práctica de la solución propuesta se ha diseñado una arquitectura que posibilita la integración de LMS en una nube de colaboración de e-learning, la federación de experiencias de los pares, la orientación a servicios y la colaboración entre los miembros de la comunidad. La implementación de un perfil operativo de la arquitectura ha sido posible gracias a la utilización de tecnologías WEB 2.0. La arquitectura ha permitido validar el modelo propuesto en casos concretos de interoperabilidad entre LMS, lo cual ayudó a generar conclusiones que se muestran en cada uno de los apartes del capítulo anterior (**Capítulo 6. DESCRIPCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO [EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS]**).

La utilidad del modelo ha quedado ratificada por la facilidad con que ha podido ser aplicada la metodología y la arquitectura propuestas en los proyectos de generación de comunidades virtuales de aprendizaje, en especial el apoyo al proyecto de investigación financiado por el Ministerio de TIC (Colombia), el Observatorio del Caribe Colombiano, la Universidad de Cartagena y Colcomputo Ltda. En este proyecto fue importante su uso para posibilitar la integración de LMS y de aplicaciones empresariales, en particular buscando generar una plataforma de servicios, que pudiesen ser consumidos bajo demanda por los miembros de la comunidad.

Entre los resultados a destacar, se debe mencionar que el uso de patrones organizacionales y de diseño ha sido un éxito para la implementación de la propuesta arquitectónica, ya que han ofrecido ventajas en la implementación, el consumo bajo demanda de servicios y la facilidad de acceso a las experiencias de aprendizaje compartidas por los diversos pares cooperantes, desde múltiples dispositivos y

tecnologías, por ejemplo: tecnologías móviles, mundos virtuales, sistemas de aprendizaje sobre la Web, entre otros.

Con el fin de garantizar la neutralidad del modelo y la portabilidad de los recursos que se intercambian, se ha contemplado el uso de tecnologías Open Source y de estándares, como son el caso de estándares de la Web y la atención a las recomendaciones de iniciativas de estandarización en el campo de las tecnologías del aprendizaje.

Por último, como conclusión general se resalta que el modelo presentado, es técnicamente viable, fácil de implementar y válido para contribuir a solucionar las titulaciones conjuntas, al mejorar la integración de las plataformas que sirven para la generación de dichas comunidades de e-learning.

7.3 Líneas Futuras

Sin duda alguna, el presente trabajo de investigación no termina aquí. Dentro del quehacer científico toda aportación está sujeta a una constante revisión y a mejoras posteriores, buscando siempre el generar nuevos caminos para la generación de nuevos conocimientos. A continuación se presentan algunos aspectos relacionados con la continuidad del trabajo de la Tesis y su aplicación práctica, así como posibles líneas de investigación futura:

- Trabajar en ontologías que permitan describir servicios de aprendizaje puestos a disposición de las comunidades virtuales de aprendizaje. Esto permitirá que dentro del modelo se pueda organizar el conocimiento de tal manera que los LMS puedan interpretar su significado, por lo que se podrá buscar y federar experiencias de los pares de una mejor manera. Gracias a ello, se facilitaría la construcción de los servicios que el docente desee y estructurar las tareas que colocará a disposición del grupo de estudiantes.
- Fortalecer el modelo propuesto, integrando mecanismos que garanticen la seguridad en la transmisión de las experiencias de los pares desde las fuentes federadas hacia los usuarios de la federación. En algunas organizaciones los recursos de aprendizaje poseen algún grado de confidencialidad y se hace necesario garantizar que sólo sean accesibles por los miembros de la federación que han sido autorizados para obtenerlos.

- Fortalecer el modelo propuesto incorporando mecanismos para monitorización y autoregulación de las comunidades de aprendizaje en una nube de cooperación de e-learning.
- Validar y proponer para fortalecer el marco conceptual del modelo, mecanismos para generar servicios de localización de experiencias de los pares de las comunidades virtuales de aprendizaje, buscando optimizar el proceso de iniciación de la comunidad y valorando cuáles de estos mecanismos son eficientes para apoyar este proceso.
- Validar la utilidad del modelo para integrar experiencias de tecnologías que apoyan redes sociales, como es el caso de Second life, Facebook, Wikipedia, entre otros... Lo anterior contribuiría a aprovechar la inteligencia de las masas que se está generando en este tipo de escenarios y utilizarla para fortalecer las actividades de aprendizaje que se generan dentro de las comunidades virtuales de aprendizaje.
- Aplicar el modelo en comunidades virtuales de aprendizaje con miembros que poseen algún tipo de discapacidad física, por ejemplo visual o auditiva. Lo anterior puede ayudar a integrar y compartir experiencias de aprendizaje que actualmente sólo son accesibles a personas sin discapacidad, con personas que se le dificulta el acceso a este tipo de recursos.
- Trabajar en escenarios relacionados de internacionalización y considerando aspectos multiculturales para estructurar servicios de aprendizaje con recursos aportados por diversidad de pares distribuidos geográficamente en distintas locaciones o continentes, por ejemplo: recursos de aprendizaje en diversos idiomas, formatos; estructuración de los objetos de valoración adaptativos acorde a aspectos culturales, negociación de preferencias de aprendizaje, entre otros.

8 REFERENCIAS

Akram, A. & Allan, R. (2006). Organization of grid resources in communities. In Proceedings of the 4th international Workshop on Middleware For Grid Computing (Melbourne, Australia, November 27 - December 01, 2006). MCG '06, vol. 194. ACM, New York, NY, 20. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1186675.1186697>. [Consulta: Octubre de 2009].

Alcázar, Martín Francisco José & Sánchez, Bocanegra Carlos Luis & Montero, Navarro Joaquín M. (2006). LCMS Learning Content Manager System. Portales e-learning Open Source. IX Jornadas sobre Tecnologías de la Información para la Modernización de las Administraciones Públicas (Tecnimap 2006), Sevilla del 30 de mayo al 2 de junio de 2006 [En línea]. Disponible en: http://www.csae.map.es/csi/tecnimap/tecnimap_2006/01T_PDF/lcms.pdf. [Consulta: Febrero de 2008].

Amrhein Dustin, et al (2009). Cloud Computing Use Cases. A white paper produced by the Cloud Computing Use Case Discussion Group [En línea]. Disponible en: http://www.opencloudmanifesto.org/Cloud_Computing_Use_Cases_Whitepaper-2_0.pdf. [Consulta: Octubre de 2010].

Bleiholder, J. & Naumann, F. (2008). Data fusion. ACM Comput. Surv. 41, 1 (Dec. 2008), 1-41. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1456650.1456651>. [Consulta: Febrero de 2010].

Boneu, Josep M. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abierto. En: Contenidos educativos en abierto [en línea]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 4, n.o 1. UOC. Disponible en: <http://www.uoc.edu/rusc/4/1/dt/esp/boneu.pdf>. Issn 1698-580X. [Consulta: Diciembre de 2007].

Booch, G. & Rumbaugh, J. & Jacobson, I (2000). El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. 1a. Edición. Addison Wesley, 2000.

Booth, D.; Hass, H. et al (2004). Web Services Architecture. W3C Working Group Note.[En línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>. [Consulta: Julio de 2009].

Calegari, Daniel & Viera, Marcos & Motz, Regina (2005). Design of a Service-Oriented Architecture for Federated Systems. Journal of Computer Science and Technology, Special Issue, XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2005), Concordia, Argentina, 2005.

Chatti, M. A. & Srirama, S. & Kensche, D. & Cao, Y. (2006). Mobile Web Services for Collaborative Learning. In Proceedings of the Fourth IEEE international Workshop on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (November 16 - 17, 2006). WMTE. IEEE Computer Society, Washington, DC, 129-133. Disponible en: DOI=<http://dx.doi.org/10.1109/WMTE.2006.31>. [Agosto de 2009].

Chen Xiaoyu & Wills Gary B. & Gilbert Lester & Bacigalupo David (2010). USING CLOUD FOR RESEARCH: A TECHNICAL REVIEW. JISC. TECIRES REPORT. School of Electronic and Computer Science. University of Southampton [En línea]. Disponible en: <http://www.jisc.ac.uk/whatwedo/programmes/researchinfrastructure/cloudcomptechreview.aspx>. [Consulta: Octubre de 2010].

Cheon, E. & Ahn, J. (2009). Virtual community 101: know your virtual community and members. In Proceedings of the 3rd international Conference on Ubiquitous information Management and Communication (Suwon, Korea, January 15 - 16, 2009).

Collins English Dictionary - Complete & Unabridged 10th Edition. "Scalability" (n.d.). Consultado 4/10/2010 de: Dictionary.com website: <http://dictionary.reference.com/browse/Scalability>.

Comisión de las Comunidades Europeas (2001). eLEARNING: CONCEBIR LA EDUCACIÓN DEL FUTURO - Documento de trabajo - de los servicios de la Comisión - Informe intermedio Solicitado por el Consejo en su Resolución de 13 de julio de 2001. Disponible en: http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/sec_2002_236_es.pdf. [Consulta: Febrero de 2006].

Colace, F. & De Santo, M. & Ritrovato, P. Mascambruno (2008). From E-Learning to T-Learning. in Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, 2008. ICTTA 2008 3rd International Conference on. P. 1 – 6. ISBN: 978-1-4244-1751-3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/ICTTA.2008.4529974>. [Consulta: Marzo de 2010].

Colace, F. & De Santo, M. & Vento, M. (2003) , Evaluating on-line learning platforms: a case study. System Sciences, 2003. Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on , vol., no., pp. 9 pp., 6-9 Jan. 2003. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2003.1174342>. [Consulta: Enero de 2008].

DE PABLOS, Juan (2010). Universidad y sociedad del conocimiento. Las competencias informacionales y digitales. En: «Competencias informacionales y digitales en educación superior» [En línea]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 7, n.º 2. UOC. ISSN 1698-580X. Disponible en: <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v7n2-de-pablos/v7n2-de-pablos>. [Consulta: Octubre de 2010].

Di Cerbo, F. & Dodero, G. & Succi, G. (2008). Extending moodle for collaborative learning. In Proceedings of the 13th Annual Conference on innovation and Technology in Computer Science Education (Madrid, Spain, June 30 - July 02, 2008). ITiCSE '08. ACM, New York, NY, 324-324. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1384271.1384367>. [Consulta: Octubre de 2009].

Dong Bo & Zheng Qinghua & Yang Jie & Li Haifei & Qiao Mu (2009). An E-learning Ecosystem Based on Cloud Computing Infrastructure. Advanced Learning Technologies, 2009. ICAIT 2009. Ninth IEEE International Conference on , vol., no., pp.125-127, 15-17 Julio 2009. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5194182&isnumber=5194138>. [Consulta: Octubre de 2010].

Drira, Khahil & Villemur, Thierry & Baudin, Veronique & Diaz, Michel (2000). A Multi-paradigm Layered Architecture for Synchronous Distance Learning. in: Proceedings of The 26th EUROMICRO Conference (EUROMICRO'00), Vol. 2, pp. 2158. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/EURMIC.2000.874413>. [Consulta: Marzo de 2002].

Ferretti, S., Mirri, S., Muratori, L. A., Rocchetti, M., and Salomoni, P. (2008). E-learning 2.0: you are We-LCoME!. In Proceedings of the 2008 international Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4a) (Beijing, China, April 21 - 22, 2008). W4A '08, vol. 317. ACM, New York, NY, 116-125. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1368044.1368070>. [Consulta: Octubre de 2009].

Friedland, G. & Hürst, W. & Knipping, L. (2007). Educational multimedia systems: the past, the present, and a glimpse into the future. In Proceedings of the international Workshop on Educational Multimedia and Multimedia Education (Augsburg, Bavaria, Germany, September 28 - 28, 2007). Emme '07. ACM, New York, NY, 1-4. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1290144.1290145>. [Consulta: Julio de 2008].

García, Pérez Calabuig María (2009). NetACTIVE: bases y propuestas para las buenas prácticas en movilidad virtual (un enfoque intercontinental), de lorenzo garcía aretio, beatriz álvarez gonzález, marta ruiz corbella (coord.) [En línea]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 6, n.º 1. UOC. ISSN 1698-580X. Disponible en: <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v6n1-garcia/24>. [Consulta: Agosto de 2010].

Gong Chunye & Liu Jie & Zhang Qiang & Chen Haitao & Gong Zhenghu (2010). The Characteristics of Cloud Computing. Parallel Processing Workshops (ICPPW), 2010 39th International Conference on , vol., no., pp.275-279, 13-16 Sept. 2010. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5599083&isnumber=5599082>. [Consulta: Octubre de 2010].

González, M.A.C. & Penalvo, F.J.G. & Guerrero, M.J.C. & Forment, M.A. (2009). Adapting LMS Architecture to the SOA: An Architectural Approach. Internet and Web Applications and Services, 2009. ICIW '09. Fourth International Conference on , vol., no., pp.322-327, 24-28 May 2009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/ICIW.2009.54>. [Consulta: Septiembre de 2010].

Gordon, Hunter M. & Stockdale, Rosemary (2009). Taxonomy of Online Communities: Ownership and Value Propositions. Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences – 2009. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4755802&isnumber=4755314>. [Consulta: Septiembre de 2009].

Hara, Noriko & Shachaf, Pnina & Stoerger, Sharon (2009). Online communities of practice typology revisited. *Journal of Information Science*, 35 (6) 2009, pp. 740–757. Disponible en: <http://jis.sagepub.com/cgi/content/abstract/35/6/740>. [Consulta: Febrero de 2010]

Haslhofer, B. & Klas, W. (2010). A survey of techniques for achieving metadata interoperability. *ACM Comput. Surv.* 42, 2 (Feb. 2010), 1-37. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1667062.1667064>. [Consulta: Febrero de 2010].

Hernandez-Leo, D. & Villasclaras-Fernandez, E. D. & Asensio-Perez, J. I. & Dimitriadis, Y. A. & Retalis, S. (2006). CSCL Scripting Patterns: Hierarchical Relationships and Applicability. In *Proceedings of the Sixth IEEE international Conference on Advanced Learning Technologies* (July 05 - 07, 2006). ICALT. IEEE Computer Society, Washington, DC, 388-392.

Hu Pengwei & Hu Fangxia (2010). An optimized strategy for cloud computing architecture. *Computer Science and Information Technology (ICCSIT)*, 2010 3rd IEEE International Conference on , vol.9, no., pp.374-378, 9-11 Julio 2010. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5564912&isnumber=5563553>. [Consulta: Octubre de 2010].

IBM Software Group (2009). The value of cloud computing to outsourcers and their clients. IBM cloud computing white paper - Junio 2009 [En línea]. Disponible en: ftp://ftp.software.ibm.com/software/uk/rational/cloud_computing_white_paper.pdf. [Consulta: Octubre de 2010].

IEEE Learning Technology Standards Committee - LTSC (2001): IEEE P1484.1/D9, 2001-11-30 Draft Standard for Learning Technology — Learning Technology Systems Architecture (LTSA). Disponible en: <http://ltsc.ieee.org/wg1/>. [Consulta: Mayo de 2002].

IEEE Learning Technology Standards Committee – LTSC. IEEE 1484.12.1-2002: Draft Standard for Learning Object Metadata. Disponible en: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf. [Consulta: Mayo de 2005].

IETF - Internet Engineering Task Force (2002). Session Initiation Protocol (SIP) - RFC 3261 [En línea]. Disponible en: <http://tools.ietf.org/html/rfc3261>. [Consulta: Enero de 2010].

Ims Global Learning Consortium (2002). The Reusable Definition of Competency or Educational Objective (RDCEO) specification [En línea]. Disponible en: <http://www.imsglobal.org/competencies/>. [Consulta: Enero de 2008].

Ims Global Learning Consortium (2003). The IMS Digital Repositories v1.0 Final specification [En línea]. Disponible en: <http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/>. [Consulta: Marzo de 2008].

Ims Global Learning Consortium (2005). IMS Learner Information Package Specification. [En línea]. Disponible en: <http://www.imsglobal.org/metadata/>. [Consulta: Junio de 2008].

Ims Global Learning Consortium (2006). IMS Learning Resource Meta-data Specification [En línea]. Disponible en: <http://www.imsglobal.org/metadata/>. [Consulta: Febrero de 2008].

Ims Global Learning Consortium (2006). IMS Question & Test Interoperability [En línea]. Disponible en: <http://www.imsglobal.org/question/>. [Consulta: Febrero de 2008].

Ims Global Learning Consortium (2007). IMS Content Packaging v1.2 Public Draft v2.0 [En línea]. Disponible en: <http://www.imsglobal.org/content/packaging/>. [Consulta: Marzo de 2008].

Iriberry, A. & Leroy, G. (2009). A life-cycle perspective on online community success. *ACM Comput. Surv.* 41, 2 (Feb. 2009), 1-29. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1459352.1459356>. [Consulta: Octubre de 2009].

Islas Montes José Luis (2007). “Modelado Conceptual de Sistemas Cooperativos en Base a Patrones en AMENITIES”. Doctoral Thesis – University of Granada – Department of languages and Informatics Systems. University of Granada - Editorials. ISBN: 978-84-338-4725-6.

Jabr, Mohammed A. & Al-Omari, Hussein K.(2010). e-Learning Management System Using Service Oriented Architecture [En línea]. *Journal of Computer Science* 6 (3): 285-295, 2010. ISSN 1549-3636. Disponible en: <http://www.scipub.org/fulltext/jcs/jcs63285-295.pdf>. [Consulta: Octubre de 2010].

Larman, Craig (2003). *UML Y Patrones: Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado*. Editorial: Pearson – Prentice Hall. ISBN: 8420534382. Segunda Edición.

Lin, Yen-Ting & Chi, Yi-Chiun & Chang, Lien-Chien & Cheng, Shu-Chen & Huang, Yueh-Min (2007). A Web 2.0 Synchronous Learning Environment using AJAX. *Ninth IEEE International Symposium on Multimedia 2007 – Workshops*. ISBN: 9780-7695-3084-0. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/ISM.Workshops.2007.82>. [Consulta: Febrero de 2009].

Liu, I-Fan & Chen, Meng Chang & Sun, Yeali S. & Wible, David & Kuo, Chin-Hwa (2010). Extending the TAM model to explore the factors that affect Intention to Use an Online Learning Community. *Computers & Education*, 54(2), 600-610.

Liu, Y. & Hu, F. & Li, H. (2009). Understanding learners' perspectives on m-learning: results from a survey. In *Proceedings of the 2009 Euro American Conference on*

Telematics and information Systems: New Opportunities To increase Digital Citizenship (Prague, Czech Republic, June 03 - 05, 2009). EATIS '09. ACM, New York, NY, 1-3. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1551722.1551728>. [Consulta: Agosto de 2010].

Martin, E. & Andueza, N. & Carro, R.M. (2006). Architecture of a System for Context-based Adaptation in M-Learning. Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06), p. 252 – 254. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/ICALT.2006.1652417>. [Consulta: Enero de 2010].

Object Management Group – OMG (2007). “UML v 2.1.2. Infrastructure specification”. Object Management Group [En-línea]. Disponible en: <http://www.omg.org/spec/UML/2.1.2/Infrastructure/PDF>. [Consulta: Diciembre de 2007].

Object Management Group – OMG (2007). “UML v 2.1.2. Superstructure specification”. Object Management Group [En-línea]. Disponible en: <http://www.omg.org/spec/UML/2.1.2/Superstructure/PDF>. [Consulta: Diciembre de 2007].

O'REILLY, Tim (2005). What Is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software [En línea]. Disponible en: <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>. [Consulta: Octubre de 2008].

Monroy, R. Martín & Ribón, Julio R. & de Miguel, Tomás P. (2010). Federation of Academic Services Supported by Organizational and Design Patterns. In Proceedings of the The 5th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS 2010), Panama City, Panama on 22 - 24 September, 2010. [Consulta: Septiembre de 2010].

Murugesan, San (2007). Understanding Web 2.0. IEEE Computer Society [En línea]. Disponible en: <http://www.computer.org/portal/web/buildyourcareer/fa009>. [Consulta: Diciembre de 2008].

Powell, Thomas A. (2008). Ajax: The Complete Reference. McGraw-Hill Osborne Media; 1 edition (February 21, 2008). ISBN: 978-0071492164.

Prasart, Sribhadung (2006). Mobile Devices in eLearning, Special Issue of the International Journal of the Computer, the Internet and Management, Vol. 14 No.SP1, August, 2006.

Rama, J. & Bishop, J. (2006). A survey and comparison of CSCW groupware applications. In Proceedings of the 2006 Annual Research Conference of the South African institute of Computer Scientists and information Technologists on IT Research in Developing Countries (Somerset West, South Africa, October 09 - 11, 2006). J. Bishop and D. Kourie, Eds. SAICSIT, vol. 204. South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists, 198-205. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1216262.1216284>. [Consulta: Octubre de 2009].

Ramos, María del Carmen Nava & Larios, José Delgado & Cervantes, Daniel Cabrera & Leriche, Renato Vázquez (2007). Creación de ambientes virtuales inmersivos con software libre. Revista Digital Universitaria [en línea]. 10 de junio 2007, Vol. 8, No. 6. ISSN: 1607-6079. Disponible en: <http://www.oei.es/noticias/spip.php?article823>. [Consulta: Febrero de 2010].

Rey, Lopez M. & Diaz, Redondo R. & Fernandez, Vilas A. & Pazos, Arias J. (2007). Entercation: engaging viewers in education through TV. ACM Compu. Entertaint. Vol. 5, No. 2, Article 7 (August 2007). 14 pages. Disponible en: DOI= 10.1145/1279540.1279547 <http://doi.acm.org/10.1145/1279540.1279547>. [Consulta: Octubre de 2008].

Ribón, Julio R. & de Miguel, Tomás P. & Medina, Víctor H. (2007). “Middleware Web Services para la Interoperabilidad entre Plataformas de Gestión del Aprendizaje”. En Memorias de: 36 Jornadas Argentinas de Informática - 8° Simposio Argentino en Ingeniería de Software (ASSE 2007). 27 al 31 de Agosto de 2007, Mar del Plata (Argentina). Libro de Actas. ISBN: 1850-2792, 219 - 228.

Ribón, Julio R. & de Miguel, Tomás P. & Monroy, Martín. (2010). Web 2.0 Architecture for Services Federation in Virtual Learning Communities. In Proceedings of the The 5th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS 2010), Panama City, Panama on 22 - 24 September, 2010. [Consulta: Septiembre de 2010].

Ribón, J. R. & de Miguel, T. P. & Ortiz, J. H. (2009). Joint degrees in e-learning environments. In Proceedings of the 2009 Euro American Conference on Telematics and information Systems: New Opportunities To increase Digital Citizenship (Prague, Czech Republic, June 03 - 05, 2009). EATIS '09. ACM, New York, NY, 1-8. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1551722.1551738>. [Consulta: Agosto de 2009].

Ribón, Julio R. & Monroy, Ríos Martín & Gonzalez, Marco (2010). Acceso a Experiencias de Pares de Comunidades Virtuales de Aprendizaje Soportada en Tecnologías Móviles. En memorias de Cava 2010 - Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles, 1 - 2 y 3 de septiembre de 2010 Cartagena – Colombia. [Consulta: Septiembre de 2010].

Ribón, Julio R. & Monroy, Ríos Martín. & Romero, G Iván & Llamas, José E. & de Miguel, Tomás P. (2010). Integración de Comunidades Virtuales de Aprendizaje Apoyadas en Tecnologías Inmersivas. En memorias de Cava 2010 - Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles, 1 - 2 y 3 de septiembre de 2010 Cartagena – Colombia. [Consulta: Septiembre de 2010].

Rodríguez, Julio Cesar & de Miguel, Tomás Pedro (2007). Titulaciones conjuntas en ambientes cooperativos de e-learning. [Artículo en línea]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 4, n.o 2. UOC. Available Online at: http://www.uoc.edu/rusc/4/2/dt/esp/rodriguez_miguel.pdf. issn I698-580X. [Consulta: Septiembre de 2007].

Rodríguez, Ribón Julio C & De Miguel, Moro Tomás P. (2006). Modelo Arquitectónico Neutral Para la Interoperabilidad de Plataformas de Gestión del Aprendizaje. En: IV

Simposio Internacional de Sistemas de Información e Ingeniería de Software en la Sociedad del Conocimiento. Libro de Actas – Volumen 1. Cartagena de Indias 2006. ISBN: 84-690-0258-9.

Sánchez, Víctor G. & Cervantes, Francisco & Gamboa, Fernando & Huesca Eric (2006). Arquitectura para la nueva generación de plataformas educativas. Memorias. Current Developments in Technology-Assisted Education 2006. 22-11-2006. pp. 519 a la 523. ISBN: 84-690-2474-8.

Sengupta, S. & Chaki, N. & Dasgupta, R. (2009). Learners' Quanta based Design of a Learning Management System. International Journal of Education and Information Technologies; pp. 67-74, Volume 3, Issue I, March 2009; ISSN: 1109-9577. Disponible en: <http://www.wseas.us/journals/educationinformation/eit-83.pdf>. [Consulta: Septiembre de 2010].

Shalloway, Alan & Trott, James R. (2004). Design Patterns Explained: A New Perspective on Object-Oriented Design. Addison-Wesley Professional; 2 edition (October 22, 2004). ISBN-13: 978-0321247148.

Shaozi Li & Tangqiu Li & Liying Wang (2001). Cooperative work in multimedia network teaching system. Computer Supported Cooperative Work in Design, The Sixth International Conference on, 2001, p. 517 – 519. ISBN: 0-660-18493-1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/CSCWD.2001.942315>. [Consulta: Julio de 2003].

Shenjun Xue & Yi Liu (2008). A CSCW Systems Classification. 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering. ISBN: 978-0-7695-3336-0. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/CSSE.2008.1229>. [Consulta: Marzo de 2010].

Simon, Bern & Massart, David & Van, Assche Frans & Duval, Erik & Brantner, Stefan & Olmedilla, Daniel & Miklós, Zoltán (2005). A Simple Query Interface for Interoperable Learning Repositories [En línea]. Elena Project. Disponible en: <http://nm.wu-wien.ac.at/e-learning/interoperability/www2005-workshop-sqi-2005-04-14.pdf>. [Consulta: Junio de 2005].

Sun Microsystems (2009). Introduction to cloud computing architecture white paper [En línea]. Junio 2009 Disponible en: http://webobjects.cdw.com/webobjects/media/pdf/Sun_CloudComputing.pdf. [Consulta: Octubre de 2010].

Tagua de Pepa, Marcela Adriana (2006). La Utilización de Foros Virtuales en la Universidad como Metodología de Aprendizaje Colaborativo. Revista Cognición 8, 59-74. Issn: 1850-1974.

Tauch, Christian & Rauhvargers, Andrejs (2002). Estudio sobre Máster y Titulaciones Conjuntas en Europa. Asociación Europea de Universidades, comisión Europea – Dirección General de Educación y Cultura [En línea]. Disponible en: http://www.uma.es/eees/images/stories/mster_y_titulaciones_en_europa_eua.pdf. [Consulta: Junio de 2007].

Te-Hua Wang & Neil Y. Yen & Yue-Lin Du & Timothy K. Shih (2007). Courseware Authoring Tool for Achieving Interoperability among Various E-Learning Specifications Based on Web 2.0 Technologies. icppw, pp.25, 2007 International Conference on Parallel Processing Workshops (ICPPW 2007). Disponible en: DOI Bookmark: <http://doi.ieeeecomputersociety.org/10.1109/ICPPW.2007.32>. [Consulta: Octubre de 2008].

The Web-Based Education Commission (2000). The Power of the Internet for Learning: Moving from Promise to Practice. Report Of The Web-Based Education Commission To The President And The Congress Of The United States [En línea]. Disponible en: <http://www2.ed.gov/offices/AC/WBEC/FinalReport/WBECReport.pdf>. [Consulta: Mayo de 2006].

The World Wide Web Consortium (W3C). Extensible Markup Language (XML) [En línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/XML/>. [Consulta: Mayo de 2009].

The World Wide Web Consortium (W3C). Simple Object Access Protocol (SOAP) [En línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/soap/>. [Consulta: Mayo de 2009].

Tseng, J. C. & Hsu, S. Y. & Hwang, G. (2009). A collaborative ubiquitous learning platform for computer science education. In Proceedings of the 14th Annual ACM SIGCSE Conference on innovation and Technology in Computer Science Education (Paris, France, July 06 - 09, 2009). ITiCSE '09. ACM, New York, NY, 368-368. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1562877.1563010>. [Consulta: Octubre de 2008].

Urdan, Trace A. & Weggen, Cornelia C. (2000). Corporate E-learning: Exploring a New Frontier [En línea]. Disponible en: <http://www.spectrainteractive.com/pdfs/CorporateELearningHamrecht.pdf>. [Consulta: Febrero de 2003].

Valcheva, D. & Todorova, M. & and Asenov, O. (2010). 3D model of e-learning. In Proceedings of the 11th international Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop For PhD Students in Computing on international Conference on Computer Systems and Technologies (Sofia, Bulgaria, June 17 - 18, 2010). B. Rachev and A. Smrikarov, Eds. CompSysTech '10. ACM, New York, NY, 359-364. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1839379.1839443>. [Consulta: Agosto de 2010].

Venugopal, S. & Buyya, R. & Ramamohanarao, K. (2006). A taxonomy of Data Grids for distributed data sharing, management, and processing. ACM Comput. Surv. 38, 1 (Jun. 2006), 3. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/http://doi.acm.org/10.1145/1132952.1132955>. [Consulta: Febrero de 2009].

Wains, S. I. & Mahmood, W. (2008). Integrating m-learning with e-learning. In Proceedings of the 9th ACM SIGITE Conference on information Technology Education (Cincinnati, OH, USA, October 16 - 18, 2008). SIGITE '08. ACM, New York, NY, 31-38. Disponible en: DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1414558.1414568>. [Consulta: octubre de 2009].

Web3D Consortium. The Virtual Reality Modeling Language. International Standard ISO/IEC 14772-1:1997 [En línea]. Disponible en: <http://www.web3d.org/x3d/specifications/vrml/ISO-IEC-14772-VRML97/>. [Consulta: Febrero de 2010].

Wever, Bram De & Mechant, Peter & Veevaete, Pieter & Hautekeete, Laurence (2007). E-Learning 2.0: social software for educational use. Ninth IEEE International Symposium on Multimedia 2007 – Workshops. ISBN: 9780-7695-3084-0. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/ISM.Workshops.2007.91>. [Consulta: Enero de 2009].

Xiaofei Liu & El Saddik, A. & Georganas, N.D.(2003). An implementable architecture of an e-learning system. Electrical and Computer Engineering, 2003. IEEE CCECE 2003. Canadian Conference on , vol.2, no., pp. 717- 720 vol.2, 4-7 May 2003. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/CCECE.2003.1225995>. [Consulta: Marzo de 2008].

Yakovlev, Ilya V. (2007). Web 2.0: Is It Evolutionary or Revolutionary?. IT Professional, vol. 9, no. 6, pp. 43-45, Nov./Dec. 2007. Disponible en: <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MITP.2007.123>. [Consulta: Julio de 2008].

Yi Guo, Schwaninger A. & Gall, H. (2008). An Architecture for an Adaptive and Collaborative Learning Management System in Aviation Security. Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2008. WETICE '08. IEEE 17th , vol., no., pp.165-170, 23-25 June 2008. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/WETICE.2008.26>. [Consulta: Agosto de 2010].

Listado de URLs

Advanced Distributed Learning. Web Site: <http://www.adlnet.gov/Pages/Default.aspx>. [Consulta: Abril de 2008].

ARIADNE Foundation for the Knowledge Pool. Web Site: <http://www.ariadne-eu.org/>. [Consulta: Agosto de 2010].

ATutor. Web Site: <http://www.atutor.ca>. [Consulta: Agosto de 2010].

Aviation Industry CBT Committee. Web Site: www.aicc.org. [Consulta: Marzo de 2010].

Blackboard Academic Suite. Web Site: <http://www.blackboard.com>. [Consulta: Mayo de 2010].

Claroline. Web Site: <http://www.claroline.net>. [Consulta: Mayo de 2010].

DVB Project. Web Site: <http://www.dvb.org/>. [Consulta: Enero de 2010]

Educause. Web Site: <http://www.educause.edu>. [Consulta: Mayo de 2008].

EduTools. URL: <http://www.edutools.info/course/productinfo/>. [Consulta: Febrero de 2008].

Erasmus Mundus - Scholarships and Academic Cooperation. URL: http://ec.europa.eu/education/external-relation-programmes/doc72_en.htm. [Consulta: Septiembre de 2010].

IEEE Institute For Electrical and Electronics Engineers. Web Site: www.ieee.org. [Consulta: Marzo de 2008].

IMS Global Learning Consortium, Inc. Web site: www.imsglobal.org. [Consulta: Junio de 2007].

JasperForge.org. iReport. URL: <http://jasperforge.org/projects/ireport>. [Consulta: Mayo de 2010].

JasperForge.org. JasperReport. URL: http://jasperforge.org/plugins/project/project_home.php?group_id=102. [Consulta: Mayo de 2010].

Java ME. URL: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javame/overview/index.html>. [Consulta: Octubre de 2010].

JavaScript Object Notation - JSON. URL: <http://www.json.org/>. [Consulta: Julio de 2009].

JDBC-ODBC Bridge Driver. URL: <http://download.oracle.com/javase/1.3/docs/guide/jdbc/getstart/bridge.doc.html>. [Consulta: Agosto de 2010].

JTC 1/SC 36. URL: http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=45392. [Consulta: Julio de 2010].

jXLS. URL: <http://jxls.sourceforge.net/>. [Consulta: Mayo de 2009].

Lotus Web Content Management. URL: <http://www-01.ibm.com/software/lotus/products/webcontentmanagement/>. [Consulta: Septiembre de 2010].

MHP Project. Web Site: <http://www.mhp.org/>. [Consulta: Enero de 2010].

Moodle. Web Site: <http://moodle.org>. [Consulta: Mayo de 2010].

MySQL. MySQL Connectors. URL: <http://www.mysql.com/products/connector/>. [Consulta: Abril de 2009].

OpenSimulator. Web Site: http://opensimulator.org/wiki/Main_Page. [Consulta: Febrero de 2010].

Oracle. JDBC, SQLJ, Oracle JPublisher and Universal Connection Pool (UCP). URL: <http://www.oracle.com/technetwork/database/features/jdbc/index-091264.html>. [Consulta: Noviembre de 2009].

Oracle. Sun Developer Network. URL: <http://java.sun.com/docs/books/jls/>. [Consulta: Octubre de 2010].

PostgreSQL. PostgreSQL JDBC Driver. URL: <http://jdbc.postgresql.org/>. [Consulta: Junio de 2010].

SecondLife. Web Site: <http://secondlife.com/>. [Consulta: Febrero de 2010].

SLOODLE. Simulation Linked Object Oriented Dynamic Learning Environment. Web Site: <http://www.sloodle.org/moodle/>. [Consulta: Febrero de 2010].

SRI Consulting Business Intelligence (SRIC-BI). <has changed its name to Strategic Business Insights (SBI)>. Web Site: <http://www.sric-bi.com>. [Consulta: Marzo de 2009].

The Apache Software Foundation. Apache Tomcat. URL: <http://tomcat.apache.org/>. [Consulta: Septiembre de 2010].

The Apache Software Foundation. Web Services - Axis. URL: <http://ws.apache.org/axis/>. [Consulta: Septiembre de 2010].

The University of Alabama. History of UA. URL: <http://www.cbhp.ua.edu/history.shtml>. [Consulta: Mayo de 2009].

University of Maryland. Web Based Instruction Tools. URL: <http://www.sunilhazari.com/education/documents/wbt.htm>. [Consulta: Febrero de 2008].

UNESCO Free & Open Source Software Portal. URL: <http://www.unesco-ci.org/cgi-bin/portals/foss/page.cgi?d=1&g=18>. [Consulta: Febrero de 2008].

APENDICE A: EVALUACION DE LMS ACTUALES.

Plataforma LMS	URL
Angel	http://www.cyberlearninglabs.com
Anlon Systems Inc. - 4.0	http://www.anlon.com
Atutor	http://www.atutor.ca/
Bazaar 7	http://klaatu.pc.athabascau.ca/cgi-bin/b7/main.pl?rid=1
Blackboard	http://www.blackboard.com/
BSCW - 4.6	http://bscw.gmd.de/
C@tedra	http://www.catedra.edu.co/home.htm
Centra One	http://www.centra.com/centra7.asp
Claroline	http://www.claroline.net
ClassWeb	http://classweb.ucla.edu/
Click2learn Aspen 2.0	http://www.sumtotalsystems.com/home/transition.html
Colloquia	http://www.colloquia.net/
COSE	http://www.staffs.ac.uk/COSE/
Coursework	http://getcoursework.stanford.edu/
Coursemanager	http://www.coursemanager.com/cm/index.html
Desire2Learn	http://www.desire2learn.com/welcome.html
dotLRN	http://dotlrn.org/
Educator	http://www.ucompass.com
EduSystem	http://www.argus.pt/sistemaedu_en.htm
Eledge 3.1	http://eledge.sourceforge.net/
eCollege.com	http://www.ecollege.com/
EDUTEL (Teleformación- UPM) - 2	http://edutel.gio.etsit.upm.es
Embanet	http://www.embanet.com
ETUDES	http://www.foothillglobalaccess.org/etudes/
FirstClass 7.0	http://www.centrinity.com/
Fle3	http://fle3.uijah.fi/
Ganesha	http://www.anemalab.org
HTMLeZ	http://learn.aero.und.edu/
ILIAS	http://www.ilias.de/ios/index-e.html
IntraLearn LMS - 3.0	http://www.intralearn.com/
Janison Toolbox 6.2	http://www.jansol.com.au
Jenzabar - Jenza Educator	http://www.jenzabar.net/
Jones e-education: Software Standard	http://www.jonesknowledge.com/
KEWL	http://sourceforge.net/projects/kewl/
KnowEdge eLearning Suite	http://www.knowedge.net/
IBM Lotus Learning Management System	http://www-142.ibm.com/software/sw-lotus/lotus/offering6.nsf/wdocs/homepage
Learnwise	http://www.learnwise.com/
LON-CAPA 1.1	http://www.lon-capa.org/
Mahattan Virtual Classroom	http://manhattan.sourceforge.net/
Mimerdesk 2.0.1	http://sourceforge.net/projects/mimerdesk
Moodle 1.0.8.1	http://moodle.org/
Teknical Virtual Campus	http://www.teknical.com/
TeleTop	http://www.teletop.nl
The Learning Manager - 3.2	http://thelearningmanager.com/
Unicon Academus	http://www.unicon.net/index.html
Virtual – U	http://virtual-u.cs.sfu.ca/
WebCT	http://www.webct.com/
Webmentor	http://avilar.adasoft.com/avilar/msubfrm.html

Tabla 18. Apéndice A: Plataformas Valoradas.

Plataforma LMS	Características Generales									
	ARQ. ESTANDAR	IDIOMA SOPORTADO POR LA PLATAFORMA LMS				LICENCIAMIENTO		FUNCIONALIDADES		
		inglés	francés	español	otro	COMERCIAL	GRATUITA	Estudiantes	Docentes	Directores
Angel	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
Anlon Systems Inc. - 4.0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Atutor	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Bazaar 7	0	1				0	1	1		1
Blackboard	0	1		1		1	0	1	1	1
BSCW - 4.6	0	1		1	1	1	0	1	0	1
C@tedra	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
Centra One	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Claroline	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
ClassWeb	0	1	0	0	0	0	1	1	1	
Click2learn Aspen 2.0	0	1				1	0	1	1	1
Colloquia	0	1	0	0	1	0	1		1	
COSE	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
Coursework	0	1	0	0	0	0	1	1	1	
Coursemanager	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0
Desire2Learn	0	1				1	0	1	1	1
dotLRN	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
Educator	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
EduSystem	0	1	1	1	1	1	0	1	1	
Eledge 3.1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	
eCollege.com	0	1				1	0	1	1	1
EDUTEL (Teleformación- UPM) - 2	0			1		1	0	1	1	1
Embanet	0	1				1	0	1	1	
ETUDES	0	1	0	0	0	1		1	1	
FirstClass 7.0	0	1	0	0	0	1	0	1		1
Fle3	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Ganesha	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
HTMLeZ	0	1				1	0	1	1	1
ILIAS	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
IntraLearn LMS - 3.0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	
Janison Toolbox 6.2	0	1	0	0	0	1	0	1		
Jenzabar - Jenza Educator	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
Jones e-education: Software Standard	0	1				1	0	1	1	1
KEWL	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
KnowEdge eLearning Suite	0	1				0	1	1	1	1
IBM Lotus Learning Management System	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Learnwise	0	1				1	0	1	1	1
LON-CAPA 1.1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
Mahattan Virtual Classroom	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
Mimerdesk 2.0.1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
Moodle 1.0.8.1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Teknical Virtual Campus	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
TeleTop	0	1			1			1	1	1
The Learning Manager - 3.2	0	1			1	1	0	1	1	1
Unicon Academus	0	1				1	0	1	1	1

Virtual – U	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
WebCT	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Webmentor	0	1		1	1	1	0	1	1	1
TOTAL	0	46	12	20	20	29	18	47	44	38
TOTAL CEROS	48	1	20	16	16	18	28	0	2	1
N/A	0	1	16	12	12	1	2	1	2	9

Tabla 19. Apéndice A: Evaluación de Características Generales.

	GESTION DE INTEROPERABILIDAD										
Plataforma LMS	ESTAND. DE CONTENIDOS	ESTAND. DE OTROS RECURSOS DE APRENDIZAJE	IMPORTAR / EXPORTAR CONTENIDOS DE APRENDIZAJE	IMPORTAR / EXPORTAR RECURSOS DE APRENDIZAJE	IMPORTAR / EXPORTAR EXPEDIENTES ACAD.	INTEROPERABILIDAD DIRECTAMENTE CON OTROS LMS	INTEGRACION DE RECURSOS DE APRENDIZAJE REMOTOS	INTEROPERABILIDAD CON VERSIONES ANTERIORES	FUNCIONALIDADES PARA ESCENARIOS MULTIPLES DE INTEROPERABILIDAD	ACTUALIZACION EN TIEMPO REAL DE RECURSOS DE APRENDIZAJE REMOTOS	ACCESIBILIDAD
	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Angel	1	0	1	1	0	0	0		0	0	1
Anlon Systems Inc. - 4.0	1				0	0	0		0	0	0
Atutor	1	1	1	1	0	0	1		0	1	1
Bazaar 7	1			0	0	0	0		0	0	0
Blackboard	1	1	1	1	0	0	1		0	1	1
BSCW - 4.6	0	0				0	0		0	0	0
C@tedra	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0
Centra One	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0
Claroline	1	1	1	1	0	0	0		0	0	1
ClassWeb	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Click2learn Aspen 2.0	1	0				0	0		0	0	0
Colloquia	1	0	1	0	0	1	0		0	0	0
COSE	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0
Coursework	0	1			0	0	0		0	0	0
Coursemanager	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Desire2Learn	1	1	1	1	0	0	1		0	1	1
dotLRN	1	1	1	1	0	0	1		0	1	0
Educator	0	0	1	1	0	0	1		0	0	0
EduSystem		0	0	0	0	0	0		0	0	0
Eledge 3.1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
eCollege.com	1	1	1	1	0	0	1		0	1	1
EDUTEL (Teleformación- UPM) - 2	1				0	0	0	1	0	0	0
Embanet	1	0	1		0	0			0	0	0
ETUDES					0	0	0		0	0	0

FirstClass 7.0					0	0	0		0	0	0
Fle3	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0
Ganesha	1	0	1	0	0	0	1		0	1	0
HTMLeZ					0	0	0		0	0	0
ILIAS	1	0	1	0	0	1	1			1	0
IntraLearn LMS - 3.0	1	1	1	1	0	1	1		0	0	0
Janison Toolbox 6.2	1	0	1	0	0	0	0		0	0	1
Jenzabar - Jenza Educator	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Jones e-education: Software Standard	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0
KEWL	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0
KnowEdge eLearning Suite	1	0	1	0	0	0	1		0	0	0
IBM Lotus Learning Management System	1	1	1	1	0		1	1	0	1	1
Learnwise	1	0	1	1	0	0	0		0	0	0
LON-CAPA 1.1	1	0	1	1	0		0		0	0	0
Mahattan Virtual Classroom	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
Mimerdesk 2.0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moodle 1.0.8.1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
Teknical Virtual Campus	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0
TeleTop	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
The Learning Manager - 3.2	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0
Unicon Academus		0		0	0	0	0		0	0	0
Virtual - U		0		0	0	0	0		0	0	0
WebCT	1	1	1	1	0	0	0		0	1	0
Webmentor	1	0	1	0	1	0	1		0	1	0
TOTAL	33	12	30	15	1	3	14	4	0	12	8
TOTAL CEROS	9	30	7	24	45	43	33	1	47	36	40
N/A	6	6	11	9	2	2	1	43	1	0	0

Tabla 20. Apéndice A: Evaluación de Gestión de Interoperabilidad.

	GESTION DE RECURSOS DE APRENDIZAJE								
Plataforma LMS	ORIENTACION		FUNCIONALIDADES PARA DISEÑO Y EDICION			FUNCIONALIDADES PARA ACTUALIZACION DE REC. AP.	RECURSOS DE APRENDIZAJE ALMACENADOS EN FORMATOS ESTANDARIZADOS	FUNCIONALIDADES PARA COMPARTIR RECURSOS DE APRENDIZAJE	FUNCIONALIDADES PARA PUBLICAR LISTA DE RECURSOS DE APRENDIZAJE COMPARTIDOS
	ACADEMICA	EMPRESARIAL	CONTENIDOS	EVALUACION	OTROS REC.	SI	SI	SI	SI
Angel	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Anlon Systems Inc. - 4.0	1	1	1	1	1	1		0	0
Atutor	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Bazaar 7	1	0	1	1		1		0	0
Blackboard	1	1	1	1	1	1	1	1	0
BSCW - 4.6	1	0	1	0	0	1	0	0	0
C@tedra	1	0	1	1		1	1	0	0
Centra One	1	1	1			1	1	0	0
Claroline	1	0	1	1	0	1	1	1	0
ClassWeb	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Click2learn Aspen 2.0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Colloquia	1	1							
COSE	1	0	1	1	0	1	1	0	0
Coursework	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Coursemanager	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Desire2Learn	1	0	1	1	1	1	1	1	0
dotLRN	1	0	0	1	0	1	1	1	0
Educator	1	0	0	1	0	1	0	0	0
EduSystem	1	1	0	1			0	0	0
Eledge 3.1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
eCollege.com	1	0	1	1	1	1	1	1	0
EDUTEL (Teleformación- UPM) - 2	1	1	0	1	0	0	1	0	0
Embanet	1	0	1	1	1	1	1	1	0
ETUDES	1	0	1	1		1		0	0

FirstClass 7.0	1	1						0	0
Fle3	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Ganesha	1	0					1	1	0
HTMLeZ	1	0	1	1	1	1			
ILIAS	1	0	1	1	1	1	1	1	0
IntraLearn LMS - 3.0	1	0	1	1		1	1	1	0
Janison Toolbox 6.2	1	0	1	1		1			0
Jenzabar - Jenza Educator	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Jones e-education: Software Standard	1	0	1	1	1	1		0	0
KEWL	1	0	1	1	0		1	0	0
KnowEdge eLearning Suite	0	1	1	1	0	1	1	0	0
IBM Lotus Learning Management System	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Learnwise	1	0	1	1	1	1	1	0	0
LON-CAPA 1.1	1	0		1			1	1	0
Mahattan Virtual Classroom	1	0	0	1		1	0	0	0
Mimerdesk 2.0.1	0	1					0	0	0
Moodle 1.0.8.1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
Teknical Virtual Campus	1	0	1	1		1	0	0	0
TeleTop	1	0	1	1	1	1	1	0	0
The Learning Manager - 3.2	1	0	1	1		1	0	0	0
Unicon Academus	1	0		1			0	0	0
Virtual - U	1	0	1	1	0	1	0	0	0
WebCT	1	0	1	1	1	1	1	0	0
Webmentor	1	0		1			1	0	0
TOTAL	46	12	30	41	16	32	25	13	1
TOTAL CEROS	2	36	11	2	15	8	15	32	45
N/A	0	0	7	5	17	8	8	3	2

Tabla 21. Apéndice A: Evaluación de Gestión de Recursos de Aprendizaje.

	GESTION DE SERVICIOS DE COMUNICACIÓN		
Plataforma LMS	COLABORACION ASINCRONA	COLABORACION SINCRONA	LOCALIZACION DE RECURSOS REMOTOS
	SI	SI	SI
Angel	1	1	0
Anlon Systems Inc. - 4.0	1	1	0
Atutor	1	1	1
Bazaar 7	1	1	0
Blackboard	1	1	1
BSCW - 4.6	1	0	0
C@tedra	1	1	0
Centra One	1	1	0
Claroline	1	1	0
ClassWeb	1	0	0
Click2learn Aspen 2.0	1	1	0
Colloquia	1		0
COSE	1	1	0
Coursework	1	1	0
Coursemanager	1	0	0
Desire2Learn	1	1	1
dotLRN	1	1	1
Educator	1	1	0
EduSystem	1	0	0
Eledge 3.1	1	0	0
eCollege.com	1	1	1
EDUTEL (Teleformación- UPM) - 2	1	1	0
Embanet	1	1	
ETUDES	1	1	0
FirstClass 7.0	1	1	0
Fle3	1	0	0
Ganesha	1	1	1
HTMLeZ	1	1	0
ILIAS	1	1	1
IntraLearn LMS - 3.0	1	1	1
Janison Toolbox 6.2	1	1	
Jenzabar - Jenza Educator	1	1	0
Jones e-education: Software Standard	1	1	0
KEWL	1	1	0
KnowEdge eLearning Suite	1	1	0
IBM Lotus Learning Management System	1	1	0
Learnwise	1	1	0
LON-CAPA 1.1	1	1	1
Mahattan Virtual Classroom	1	1	0
Mimerdesk 2.0.1	1	1	0
Moodle 1.0.8.1	1	1	0
Teknical Virtual Campus	1	1	0
TeleTop	1	1	1

The Learning Manager - 3.2	1	1	0
Unicon Academus	1	1	0
Virtual – U	1	1	0
WebCT	1	1	1
Webmentor	1	1	1
TOTAL	48	41	12
TOTAL CEROS	0	6	34
N/A	0	1	2

Tabla 22. Apéndice A: Evaluación de Gestión de Servicios de Comunicación.

APENDICE B: DESCRIPCION DE CASOS DE USO DE UNA TITULACION.

B. CASOS DE USO DE UNA TITULACION

B.1. Caso de Uso: Crear Titulación

Actor Principal: Director

Personal Involucrado e intereses:

- Director: Requiere conocer el nombre de la titulación y descriptores de ésta.
- Docente: Revisa y crea los contenidos de la titulación.

Precondiciones:

- Se requiere que la organización académica decida ofertar la titulación

Garantías de éxito (Postcondiciones):

- Registro del (los) curso(s) con sus respectivos contenidos y descriptores.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. La organización académica oferta un curso o cursos acorde a estudios que ha realizado referentes a necesidades educativas de la sociedad.
2. La organización por medio de un Director crea la titulación.
3. El Director asigna a un docente para que oriente un curso.
4. El Director con el docente estudian y diseñan la estructura curricular del curso.
5. El Director aprueba la titulación, contenidos y descriptores.

Requisitos especiales:

Reglamentos académicos que se deben seguir para desarrollar un curso.

Frecuencia:

Cada vez que se oferta un nuevo curso.

Temas abiertos:

Requisitos externos para la creación y la oferta de cursos o titulaciones

B.2. Caso de Uso: Matricular Titulación

Actor Principal: Estudiante

Personal Involucrado e intereses:

- Estudiante: Desea matricularse en una titulación, aprender y al final obtener su certificado o diploma.

Precondiciones:

- El curso debe ser ofertado por una organización académica.
- El estudiante debe sentir interés por el curso a desarrollar.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Se registra la matricula en un curso determinado. Se genera un certificado de la matricula del estudiante.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El estudiante revisa las titulaciones ofrecidas por la organización académica
2. El estudiante revisa los contenidos de cursos de las titulaciones que generan interés
3. El estudiante se registra en el curso deseado
4. El sistema entrega al estudiante un certificado de que su matrícula es aceptada

Frecuencia:

Cada vez que se desea matricular un curso

Temas abiertos:

Costos de la titulación

B.3. Caso de Uso: Desarrollar Titulación

Actor Principal: Estudiante

Personal Involucrado e intereses:

- Estudiante: Desea contenidos y actividades con las que pueda satisfacer sus necesidades de conocimiento. Aprobar el curso.
- Docente: Diseña actividades y contenidos que le permitan al estudiante cumplir las expectativas generadas para el curso. Orientar y responder las inquietudes de los estudiantes.

Precondiciones:

- Estudiante Matriculado en un curso.
- Estudiante se identifica en el curso.
- EL docente se identifica en el curso.

- Estudiante y Docentes negocian preferencias de aprendizaje.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

El estudiante aprueba el curso.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El docente coloca contenidos de aprendizaje a disposición de los estudiantes
2. Los estudiantes estudian los contenidos de aprendizaje
3. El docente diseña y coloca actividades de clases a disposición de los estudiantes
4. Los estudiantes desarrollan las actividades de clase
5. Los docentes solucionan inquietudes de los estudiantes
6. Los docentes califican el avance de los estudiantes
7. El estudiante aprende acerca de la temática del curso.

Extensiones (o Flujos Alternativos):

En caso de que el estudiante no comprenda la temática de curso y no resuelva inquietudes:

El docente complementa con otras actividades de aprendizaje.

El docente resuelve inquietudes.

El docente evalúa competencias.

Frecuencia:

Casi continuo.

Temas abiertos:

B.4. Caso de Uso: Evaluar Titulación

Actor Principal: Estudiante

Personal Involucrado e intereses:

- Estudiante: Se prepara para evaluaciones y desea superar las pruebas del curso.
- Docente: diseña pruebas para medir competencias académicas de los estudiantes.

Precondiciones:

- Haber desarrollado y estudiado actividades y contenidos el curso.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Registro de calificación de estudiantes.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El estudiante estudia contenidos de aprendizaje y desarrolla actividades de clase

2. El docente diseña evaluaciones para medir competencias
3. El estudiante desarrolla las evaluaciones
4. El docente califica las evaluaciones
5. El docente aprueba las evaluaciones
6. El docente llena los registros de calificaciones de los estudiantes

Frecuencia:

Casi continuo

Temas abiertos:

Reglamento académico del estudiante

B.5. Caso de Uso: Coordinar Titulación

Actor Principal: Director

Personal Involucrado e intereses:

- Director: Quiere que el curso se desarrolle adecuadamente. Quiere buenos resultados académicos de los estudiantes.

Precondiciones:

- El curso se esté desarrollando o esté terminado
- Existan los registros de calificaciones

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Estadísticas de rendimiento de curso favorables.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Director revisa los registros de notas (expedientes académicos) de los cursos.
2. El Director genera estadísticas del rendimiento de los cursos.
3. El Director presenta informes de gestión.
4. El Director realiza ajustes a los cursos buscando mejorar fallas en caso de existir.

Frecuencia:

Al finalizar el curso, Posiblemente con alguna periodicidad al finalizar las evaluaciones.

Temas abiertos:

B.6. Caso de Uso: Certificar Titulación

Actor Principal: Director

Personal Involucrado e intereses:

- Director: quiere generar certificados de estudiantes que aprobaron los cursos
- Estudiante: quiere obtener certificado por aprobar una titulación

Precondiciones:

- El estudiante debe aprobar la titulación

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Certificado de aprobación de la titulación

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Director revisa el expediente académico del estudiante
2. El Director verifica la aprobación de los requisitos del curso
3. El Director genera y tramita certificado de obtención de la titulación
4. El estudiante obtiene certificado de obtención de titulación

Requisitos especiales:

El sistema debe verificar nota mínima para aprobación de la titulación

Frecuencia:

Al finalizar una titulación

Temas abiertos:

Promedios académicos

APENDICE C: DESCRIPCION DE CASOS DE USO DE UNA TITULACION CONJUNTA.

C. CASOS DE USO DE UNA TITULACION CONJUNTA

C.1. Caso de Uso: Compartir Recursos de Aprendizaje

Actor Principal: Director

Personal Involucrado e intereses:

- Director: Desea colocar disponible a otros cooperantes los recursos de aprendizaje seleccionados de la lista de recursos que posee la organización.

Precondiciones:

- Las instituciones negociaron previamente los aportes de cada organización.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

- Descriptor de recursos de aprendizaje compartidos por cada organización.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Director selecciona los cursos y/o recursos de aprendizaje que va a compartir con los cooperantes.
2. El Director genera un descriptor con los recursos de aprendizaje que coloca a disposición de otros para compartir.
3. Publicar descriptor de recursos de aprendizaje (caso de uso: Publicar Recursos de Aprendizaje)

Extensiones (o Flujos Alternativos):

1. El Director puede colocar como no disponible recursos de aprendizaje que anteriormente estaban para compartir con otras instituciones.
2. El Director actualiza el descriptor de recursos disponibles para compartir.
3. Publicar descriptor de recursos de aprendizaje (caso de uso: Publicar Recursos de Aprendizaje)

Frecuencia:

Cada vez que se desea compartir o no un curso o recurso de aprendizaje.

Temas abiertos:

Estructura para generar descriptores de recursos de aprendizaje compartidos, con la finalidad de que sea estándar para todos los participantes en una titulación conjunta.

C.2. Caso de Uso: Publicar Recursos de Aprendizaje

Actor Principal: Director

Personal Involucrado e intereses:

- Director: Desea publicar a otros cooperantes el descriptor de recursos de aprendizaje a compartir, seleccionados de la lista de recursos que posee la organización.

Precondiciones:

- Debe existir un descriptor con los recursos compartidos por cada organización participante de una titulación conjunta.
- Todos los cooperantes deben conocer donde se encuentran publicados los descriptores de recursos compartidos de cada organización.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

- Lista con los descriptores de recursos compartidos de cada organización cooperante.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Director selecciona el descriptor de los recursos de aprendizaje compartidos.
2. El Director ubica la lista donde se encuentran publicados los descriptores de recursos de aprendizaje que cada organización cooperante va a compartir.
3. El Director actualiza la lista de descriptores de recursos compartidos de cada organización.

Frecuencia:

Cada vez que se desea compartir o no un curso o recurso de aprendizaje.

Temas abiertos:

Directorio de descriptores de recursos compartidos de cada organización participe de una titulación conjunta.

C.3. Caso de Uso: Localizar Recursos de Aprendizaje Compartidos

Actor Principal: Docente

Personal Involucrado e intereses:

- Docente: Desea ubicar los recursos compartidos que aportan otras organizaciones cooperantes.

Precondiciones:

- Debe existir un descriptor con los recursos compartidos por cada organización participante de una titulación conjunta.
- Todos los cooperantes deben conocer donde se encuentran publicados los descriptores de recursos compartidos de cada organización.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Obtención de la ubicación de (los) recurso(s) de aprendizaje compartidos por un cooperante.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. Obtención del descriptor de recursos compartidos por una organización.
2. Ubicación de (los) recurso(s) solicitado(s).

Frecuencia:

Cada vez que se necesite un curso o recurso de aprendizaje.

Temas abiertos:

Metodologías para la localización de recursos de aprendizaje.

C.4. Caso de Uso: Crear Titulación Conjunta

Actor Principal: Director

Personal Involucrado e intereses:

- Director: Requiere crear en el sistema el nombre de la titulación y descriptores de ésta.
- Docente: Revisa y crea los contenidos de la titulación.

Precondiciones:

- Convenio entre organizaciones académicas para realizar la titulación en conjunto.
- Se requiere que la organización académica decida ofertar la titulación.
- Requiere conocer el nombre de la titulación y descriptores de ésta.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Registro del (los) curso(s) con sus respectivos contenidos y descriptores.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. La organización académica oferta un curso o cursos resultados de un convenio entre organizaciones para la realización de una titulación en conjunto.
2. Cada organización por medio de un Director crea la titulación.
3. El Director asigna a un docente para que oriente un curso.
4. El docente localiza los recursos compartidos por las otras organizaciones cooperantes (Caso de Uso: Localizar Recursos de Aprendizaje)
5. El docente selecciona los recursos de aprendizaje necesarios para la titulación conjunta.
6. El Director con el docente estudian y diseñan la estructura curricular del curso.
7. El docente incorpora los recursos de aprendizaje seleccionados a la titulación conjunta.
8. El Director aprueba la titulación, contenidos y descriptores.

Requisitos especiales:

- Reglamentos académicos que se deben seguir para desarrollar un curso.
- Convenio de cooperación para la realización de titulación conjunta.

Frecuencia:

Cada vez que se oferta una nueva titulación en conjunto.

Temas abiertos:

- Requisitos externos para la creación y la oferta de cursos o titulaciones conjuntas.
- Aportes de cada organización.

C.5. Caso de Uso: Matricular Titulación Conjunta

Actor Principal: Estudiante

Personal Involucrado e intereses:

- Estudiante: Desea matricularse en una titulación, aprender y al final obtener su certificado o diploma.

Precondiciones:

- El curso debe ser ofertado al menos por una organización académica.
- El estudiante debe sentir interés por el curso a desarrollar.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Se registra la matricula en un curso determinado. Se genera un certificado de la matricula del estudiante.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El estudiante revisa las titulaciones ofrecidas por la organización académica
2. El estudiante revisa los contenidos de cursos de las titulaciones que generan interés
3. El estudiante se registra en el curso deseado
4. El sistema entrega al estudiante un certificado de que su matrícula es aceptada
5. El sistema genera un expediente académico del estudiante

Frecuencia:

Cada vez que se desea matricular un curso

Temas abiertos:

Costos de la titulación

C.6. Caso de Uso: Modificar Titulación Conjunta

Actor Principal: Docente

Personal Involucrado e intereses:

- Docente: Desea actualizar el contenido de una titulación conjunta.

Precondiciones:

Debe existir una titulación conjunta debidamente creada.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Actualización del contenido de una titulación conjunta.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El docente localiza los recursos de aprendizaje a modificar en una titulación conjunta (Caso de Uso: Localizar Recursos de Aprendizaje Compartidos).
2. El docente modifica (añade, elimina o actualiza) los recursos de aprendizaje.
3. El docente graba las modificaciones realizadas.

Requisitos especiales:

El docente debe tener autorización para modificar los recursos de aprendizaje. Puede modificar sólo aquellos a los que tiene permiso, es decir, los creados por él o los autorizados por los dueños de los recursos o los Directores de las organizaciones dueñas de los recursos de aprendizajes a modificar.

Frecuencia

Cada vez que se desee actualizar un recurso de aprendizaje compartido.

Temas abiertos:

Mecanismos para informar a las organizaciones participantes de la titulación en conjunto que el recurso de aprendizaje ha sido modificado.

C.7. Caso de Uso: Negociar Preferencias de Aprendizaje

Actor Principal: Estudiante

Personal Involucrado e intereses:

- Docente: Desea que los estudiantes conozcan las condiciones bajo la cual será desarrollada la titulación conjunta.

- Estudiante: Desea que el docente tenga en cuenta algunas consideraciones que pueden llegar a mejorar o perjudicar el desarrollo de la titulación conjunta, por ejemplo: aspectos culturales, limitaciones físicas, limitaciones cognitivas, etc.

Precondiciones:

- Debe existir un docente asignado a una titulación conjunta.
- Debe existir al menos un estudiante matriculado en una titulación conjunta.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Preferencias de aprendizaje negociadas en común acuerdo entre docentes y estudiantes.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El docente informa a los estudiantes los reglamentos para el desarrollo de la titulación conjunta.
2. El estudiante manifiesta al docente factores que le impiden o pueden ayudarlo a desarrollar la titulación conjunta.
3. El docente analiza las sugerencias realizadas por el estudiante.
4. El docente acepta sugerencias realizadas por los estudiantes.
5. El docente manifiesta al estudiante las preferencias de aprendizaje aceptadas.
6. El estudiante acepta condiciones para la realización de la titulación conjunta.

Requisitos especiales:

Frecuencia:

Cada vez que se inicia una titulación conjunta.

Temas abiertos:

Mecanismos para la negociación de preferencias de aprendizaje.

C.8. Caso de Uso: Desarrollar Titulación Conjunta

Actor Principal: Estudiante

Personal Involucrado e intereses:

- Estudiante: Desea obtener recursos de aprendizaje, realizar actividades acorde a los cronogramas, aprobar las evaluaciones.
- Docente: Desea que el estudiante cumpla con los objetivos impuestos para la titulación conjunta.

Precondiciones:

- Debe existir un docente asignado a una titulación conjunta.

- Debe existir al menos un estudiante matriculado en una titulación conjunta.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Aprobación de parte del estudiante de la titulación conjunta.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El docente diseña actividades de curso
2. El estudiante solicita recursos de aprendizaje (Caso de Uso: Solicitar Recursos de Aprendizaje)
3. El estudiante desarrolla actividades de curso acorde con los cronogramas de la titulación
4. El estudiante desarrolla evaluaciones (Caso de Uso: Evaluar Titulación Conjunta)
5. El estudiante aprueba la titulación conjunta
6. El docente actualiza el expediente académico de los estudiantes

Requisitos especiales:

- Motivación de parte del estudiante para seguir el cronograma de actividades de la titulación conjunta.
- Responsabilidad de los docentes para cumplir con el cronograma de actividades de la titulación conjunta.

Frecuencia:

Cada vez que el estudiante matricula una titulación conjunta.

Temas abiertos:

Formatos de Registros de expedientes académicos de estudiantes.

C.9. Caso de Uso: Evaluar Titulación Conjunta

Actor Principal: Docente

Personal Involucrado e intereses:

- Docente: Desea evaluar el grado de alcance o logro de los objetivos de la titulación conjunta.
- Estudiante: Desea aprobar las evaluaciones diseñadas por los docentes

Precondiciones:

- Debe existir un docente asignado a una titulación conjunta.
- Debe existir al menos un estudiante matriculado en una titulación conjunta.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Calificación del estudiante.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El docente diseña la (s) evaluación (es) para medir el nivel de aprendizaje de los estudiantes.
2. El docente coloca disponible la (s) evaluación (es) a los estudiantes.
3. El estudiante resuelve la evaluación en el tiempo estipulado por el docente.
4. El estudiante finaliza y entrega evaluación al docente.
5. El docente califica la evaluación del estudiante.
6. El docente informa la calificación al estudiante.
7. El docente actualiza expediente académico del estudiante.

Requisitos especiales:

El estudiante debe estudiar previamente los contenidos de aprendizaje de la titulación conjunta y haber desarrollado las actividades correspondientes.

Frecuencia:

Acorde al cronograma de actividades de la titulación conjunta.

Temas abiertos:

Formatos para la realización de evaluaciones.

Metodologías para la actualización de expedientes académicos de los estudiantes.

C.10. Caso de Uso: Solicitar Recursos de Aprendizaje

Actor Principal: Estudiante

Personal Involucrado e intereses:

- Estudiante: Desea obtener recursos de aprendizaje que le ayuden a aprender y a desarrollar las actividades de curso y a aprobar las evaluaciones.

Precondiciones:

- Debe existir al menos un estudiante matriculado en una titulación conjunta.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Obtención de los recursos de aprendizaje.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El estudiante revisa los descriptores del curso
2. El estudiante solicita el (los) recurso (s) de aprendizaje
3. El sistema ubica el (los) recurso (s) y se lo (s) devuelve al estudiante (Caso de Uso: Localizar Recursos de Aprendizaje Compartidos)

Requisitos especiales:

Los recursos de aprendizaje han debido ser incorporados previamente al descriptor de la titulación conjunta.

Frecuencia:

Cada Vez que el estudiante lo requiera.

Temas abiertos:

Interfaces para visualizar los recursos de aprendizaje solicitados.

C.11. Caso de Uso: Localizar Cooperante

Actor Principal: Cooperante

Personal Involucrado e intereses:

- Cooperante: Desea Localizar algún mecanismo (correo, foros, chat, etc.) para ubicar a otros usuarios (estudiantes, docentes, Directores).

Precondiciones:

- Debe existir una relación de cooperantes (Directores, estudiantes, docentes) dentro de cada organización participe de una titulación conjunta.

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Ubicación de algún mecanismo para comunicarse con otro cooperante.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El cooperante solicita descriptor de cooperantes de cada organización o que participa en la titulación conjunta.
2. El cooperante ubica la información del cooperante solicitado.
3. El cooperante determina de la información obtenida, la forma de comunicación con el cooperante solicitado.

Requisitos especiales:

Debe existir un descriptor (lista o relación) de cooperantes dentro de una organización o matriculados en una titulación conjunta.

Frecuencia:

Cada vez que se necesite localizar a un cooperante.

Temas abiertos:

- Descriptor de cooperantes por organización.
- Publicación de descriptor de cooperantes.

C.12. Caso de Uso: Comunicarse con otros

Actor Principal: Cooperante

Personal Involucrado e intereses:

- Cooperante: Desea comunicarse con otro cooperante.

Precondiciones:

- El cooperante debe conocer el mecanismo de comunicación (correo, foros, chat, etc.) con el otro cooperante (estudiantes, docentes, Directores).

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Comunicación con el cooperante solicitado.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El cooperante determina con que otro cooperante desea comunicarse.
2. El cooperante determina la forma de comunicarse (Caso de Uso: Localizar Cooperantes).
3. El cooperante utiliza el mecanismo de comunicación determinado para comunicarse.
4. El cooperante espera respuesta de su contraparte.
5. El cooperante establece comunicación con su contraparte.

Requisitos especiales:

Los cooperantes deben tener algún mecanismo para que puedan comunicarse con él, ya sea de forma síncrona o asíncrona.

Frecuencia:

Cada vez que se necesite comunicarse con un cooperante.

Temas abiertos:

Metodologías y tecnologías de comunicación.

C.13. Caso de Uso: Cooperar con otros

Actor Principal: Cooperante

Personal Involucrado e intereses:

- Cooperante: Desea cooperar con otro usuario.

Precondiciones:

- El cooperante debe conocer el mecanismo de comunicación (correo, foros, chat, etc.) con el otro cooperante (estudiantes, docentes, Directores).

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Actividad realizada de forma cooperativa.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El cooperante determina las actividades que debe realizar con otro (s) cooperante (s).
2. El cooperante localiza a su contraparte (Caso de Uso: Localizar Cooperantes).
3. El cooperante se coloca en contacto con su contraparte (Caso de Uso: Comunicarse con Otros).
4. El cooperante informa a su contraparte de la (s) actividad (es) a realizar.
5. El cooperante negocia con su contraparte la forma de realizar la (s) actividad (es).
6. El cooperante realiza lo acordado.

Requisitos especiales:

Los cooperantes deben estar inscritos dentro de la misma titulación conjunta.

Frecuencia:

Cada vez que se necesite desarrollar alguna actividad en cooperación.

Temas abiertos:

Metodologías para el desarrollo de actividades cooperativas.

C.14. Caso de Uso: Coordinar Titulación Conjunta

Actor Principal: Director

Personal Involucrado e intereses:

- Director: Quiere que el curso se desarrolle adecuadamente. Quiere buenos resultados académicos de los estudiantes.

Precondiciones:

- El curso se esté desarrollando o esté terminado
- Existan los registros de calificaciones

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Estadísticas favorables de rendimiento académico de los estudiantes de un curso conjunto.

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Director revisa los registros de notas (expedientes académicos) de los cursos.

2. El Director genera estadísticas del rendimiento de sus estudiantes matriculados en una titulación conjunta.
3. El Director presenta informes de gestión.
4. El Director realiza ajustes a los cursos buscando mejorar fallas en caso de existir.

Requisitos especiales:

El Director sólo coordina a los estudiantes de su respectiva organización.

Frecuencia

Al finalizar el curso, Posiblemente con alguna periodicidad al finalizar las evaluaciones.

Temas abiertos:

C.15. Caso de Uso: Certificar Titulación Conjunta

Actor Principal: Director

Personal Involucrado e intereses:

- Director: quiere generar certificados de estudiantes que aprobaron los cursos
- Estudiante: quiere obtener certificado por aprobar una titulación

Precondiciones:

- El estudiante debe aprobar la titulación

Garantías de éxito (Postcondiciones):

Certificado de aprobación de la titulación

Escenario principal de éxito (o Flujo Básico):

1. El Director revisa el expediente académico del estudiante
2. El Director verifica la aprobación de los requisitos del curso
3. El Director genera y tramita certificado de obtención de la titulación
4. El estudiante obtiene certificado de obtención de titulación

Requisitos especiales:

El sistema debe verificar nota mínima para aprobación de la titulación

Frecuencia

Al finalizar una titulación.

Temas abiertos:

Promedios académicos

GLOSARIO

A

ADL (Advanced Distributed Learning)

Iniciativa del departamento de defensa de los Estados Unidos para lograr la interoperabilidad de cursos educativos a través de computadoras y basado en Internet por medio del desarrollo de estructuras técnicas comunes, en los cuales los contenidos educativos tienen un formato reusable.

AICC (Aviation Industry Computer-Based Training Committee)

Es una asociación de profesionales en el entrenamiento basado en tecnología que desarrolla pautas de entrenamiento para la industria de la aviación. Desarrolla estándares para interoperabilidad de productos de administración y entrenamiento basado en computadoras a través de múltiples industrias.

Administrador (LTSA)

Persona responsable de la compra de sistemas o la administración de sistemas o instituciones.

Animación

Representación sucesiva de una secuencia de imágenes que produce la impresión de que se están viendo imágenes en movimiento. Para ello, a cada imagen de la animación se le modifica un pequeño detalle para mantener el movimiento tan fluido como sea posible. Las animaciones se utilizan en la representación y explicación de determinados procesos.

API

Application Program Interface. Conjunto de convenciones de programación que definen cómo se invoca un servicio desde un programa.

Arquitectura

Estructura lógica y física de los componentes de un sistema.

Asincrónico:

Transmisiones de información que ocurren en cualquier momento.

Avatar

Representación gráfica, generalmente humana, que se asocia a un usuario para su identificación.

B

Bit (Binary Digit)

La unidad más pequeña de información en un sistema binarios; condición de un uno o un cero.

broadcast (difusión amplia)

Término utilizado originariamente en el mundo de la radio y de la televisión para indicar que sus emisiones las puede recibir cualquiera que sintonice una emisora. Hoy en Internet se emite también radio y televisión en modo broadcast, y la misma WWW es un medio de esta misma naturaleza.

Byte

Una unidad de información, normalmente más corta que una “palabra” de ordenador. Bytes de ocho bit es lo más común. También conocido como un “carácter.

C

CBT (Computer Based Training)

Uso de las computadoras para la capacitación y la educación.

Chat (chateo, tertulia, charla, conversación)

Comunicación simultánea entre dos o más personas a través de Internet. Hasta hace pocos años sólo era posible la 'conversación' escrita pero los avances tecnológicos permiten ya la conversación audio y vídeo.

Colaborar

Trabajar con otra u otras personas en la realización de una obra.

Comunidades

Son definidas como grupos que comparten una preocupación, un conjunto de problemas, o una pasión sobre un tema, y que profundizan su conocimiento y experiencia en esta área mediante la interacción de forma continua.

Content

Contenido intelectual para ser impartido. Los contenidos pueden tener diferentes formatos para e-learning, estos pueden incluir texto, audio, video, animación y simulaciones.

Courseware

Unidades didácticas o módulos reutilizables en un proceso de e-learning, es decir, es el material de aprendizaje que se pone a disposición del estudiante.

Cooperar

Obrar juntamente con otro u otros para un mismo fin.

CSCL (Computer Supported Collaborative Learning)

Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador. Es el paradigma que estudia el uso de la tecnología como herramienta que media con los métodos colaborativos de instrucción.

D

Desarrollador (LTSA)

Persona creador de contenidos y / o software de aprendizaje.

E

Educación

Conjunto de disciplinas y métodos que ayudan a profundizar en el hecho educativo en sus dimensiones sociológicas e institucionales.

Educación a distancia

Situación educativa en donde los docentes y alumnos están separados en tiempo y/o lugar. Los cursos a distancia pueden ser generados y entregados en diferentes formatos como: material impreso (libros, folletos, guías, etc.), CD-ROM, casetes de audio y/o vídeo, televisión, radio, Internet, etc. Por otra parte dicho material puede ser accedido en forma síncrona o asíncrona.

E-learning

Todos aquellos sistemas de educación, entrenamiento y aprendizaje que son soportados por las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC). También se define e-learning como “La transmisión de contenidos a través de medios electrónicos, incluyendo la Internet, intranets, extranets, difusión por satélite, cintas de audio/video, Televisión interactiva y CD-ROM”.

Escalabilidad

Capacidad de algo, especialmente de un sistema informático, para adaptarse al aumento de la demanda (Collins English Dictionary).

Estándar

Tipo, patrón uniforme o muy generalizado de una cosa: ~ de vida, ~ de fabricación. PL. estándares.

F

FAQs

Frequently Asked Questions -- FAQs (Preguntas y Respuestas, Preguntas más Frecuentes) Referidas a un tema específico, es una lista de las preguntas realizadas con mayor frecuencia y sus respuestas. La recolección de este conjunto de cuestiones se suele realizar en Grupos de Noticias y en servidores de listas y reflejan las contribuciones de sus propios usuarios. Son un buen punto de partida para iniciarse en el estudio de algún tema y una base común de conocimientos y discusión para todos sus usuarios

Federar

Unir por alianza, liga, unión o pacto entre varios.

G

H

Hardware (maquinaria, equipo físico, hardware)

Componentes físicos de un ordenador o de una red, en contraposición con los programas o elementos lógicos que los hacen funcionar.

HyperText Markup Language -- HTML (Lenguaje de Marcado de Hipertexto)

Lenguaje en el que se escriben las páginas a las que se accede a través de navegadores WWW. Admite componentes hipertextuales y multimedia.

I

IaaS (Infrastructure as a Service)

La infraestructura como servicio - también llamado en algunos casos hardware as a service, HaaS se encuentra en la capa inferior y es un medio de entregar almacenamiento básico y capacidades de cómputo como servicios estandarizados en la red. Servidores, sistemas de almacenamiento, conexiones, enrutadores, y otros sistemas se concentran (por ejemplo a través

de la tecnología de virtualización) para manejar tipos específicos de cargas de trabajo —desde procesamiento en lotes (“batch”) hasta aumento de servidor/almacenamiento durante las cargas pico.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Popularmente conocido como IECubo. Es una asociación de ingeniería con base en los EE.UU. y alcance mundial. Su grupo LTSC está trabajando en el desarrollo de estándares técnicos, practicas recomendadas y pautas para tecnologías en la implementación de sistemas de educación y entrenamiento.

IMS – Instructional Management System

Es un proyecto de Educom, presenta un conjunto de estándares destinados a asistir a las empresas editoras y de software en el desarrollo de herramientas electrónicas de enseñanza para su posible funcionamiento en conjunto, pese al origen. Se pueden encontrar los detalles de los estándares en <http://www.imsproject.org/>.

Interface (interfaz)

Zona de contacto, conexión entre dos componentes de "hardware", entre dos aplicaciones o entre un usuario y una aplicación.

Internet (La Red, Internet)

Red de telecomunicaciones nacida en 1969 en los EE.UU. a la cual están conectadas centenares de millones de personas, organismos y empresas en todo el mundo, mayoritariamente en los países más desarrollados, y cuyo rápido desarrollo está teniendo importantes efectos sociales, económicos y culturales, convirtiéndose de esta manera en uno de los medios más influyentes de la llamada Sociedad de la Información y en la Autopista de la Información por excelencia. Fue conocida como ARPANET hasta 1974.

International Organization for Standardization -- ISO (Organización Internacional para la Normalización)

Organización de carácter voluntario fundada en 1946 que es responsable de la creación de estándares internacionales en muchas áreas, incluyendo la informática y las comunicaciones. Está formada por las organizaciones de normalización de sus países miembro.

Interoperabilidad

Capacidad de un sistema de Instrucción basado en computación de manejar lecciones de diversos orígenes. También significa la capacidad para una lección dada, de intercambiar datos con diversos sistemas de Instrucción soportada en computación (CMI)0.

J

K

Kilobyte -- KB

Unidad de medida de la capacidad de memoria y de dispositivos de almacenamiento informático (disquete, disco duro, CD-ROM, DVD, etc.). Un KB corresponde a 1.024 bytes.

L

LMS

Son herramientas que permiten gestionar y distribuir recursos de aprendizajes e información de los aprendices a través de la Web (Apartado 2.2 – Plataformas de Gestión del Aprendizaje).

LCMS

Learning Contents Management Systems – Son herramientas que además de poseer las funcionalidades básicas de un LMS, posee funcionalidades para diseñar contenidos de aprendizaje.

LOM (Learning Object Metadata)

Especificación de metadatos de los objetos de aprendizaje. Define elementos para describir los recursos de aprendizaje.

M

Metadatos

Es información que se refiere a algo, puede ser fuentes, contenidos, historial de usuarios, preguntas y evaluaciones. Los propósitos generales de un metadato son: descripción, estructura y administración. Los metadatos son datos acerca de los datos, es información descriptiva acerca de recursos de aprendizaje a los fines de hallar, usar y/o gestionar ese recurso.

Metodología

f. Parte de la lógica que estudia los métodos. Se divide en dos partes: la sistemática, que fija las normas de la definición, de la división, de la clasificación y de la prueba, y la inventiva, que fija las normas de los métodos de investigación propios de cada ciencia. En pedagogía, estudio de los métodos de enseñanza.

Middleware

Módulo intermedio que actúa como conductor entre sistemas permitiendo a cualquier usuario o sistemas computacionales comunicarse con varias fuentes de información que se encuentran conectadas por una red.

Mlearning

Se denomina aprendizaje electrónico móvil, en inglés, m-learning, a una metodología de enseñanza y aprendizaje valiéndose del uso de pequeños y maniobrables dispositivos móviles, tales como teléfonos móviles, celulares, agendas electrónicas, tablets PC, pocket pc, i-pods y todo dispositivo de mano que tenga alguna forma de conectividad inalámbrica.

Modelo

Representación en pequeño de alguna cosa. Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

Multimedia

Información digitalizada que combina texto, gráficos, imagen fija y en movimiento, así como sonido.

Multicast

Modo de difusión de información en vivo que permite que ésta pueda ser recibida por múltiples nodos de la red y por lo tanto por múltiples usuarios.

N

Norma

Son un conjunto de reglas de conformidad que son dictadas por organismos de normalización, como la ISO a nivel internacional.

O

Online Learning

Constituye sólo una parte del aprendizaje basado en Tecnología y describe al aprendizaje vía Internet, Intranet y extranet.

P

PaaS (Platform as a Service)

la plataforma como servicio, es la encapsulación de una abstracción de un ambiente de desarrollo y el empaquetamiento de una carga de servicios. La carga arquetipo es una imagen Xen (parte de Servicios Web Amazon) conteniendo una pila básica Red (por ejemplo, un distro Linux, un servidor Red, y un ambiente de programación como Perl o Ruby). Las ofertas de PaaS pueden dar servicio a todas las fases del ciclo de desarrollo y pruebas del software, o pueden estar especializadas en cualquier área en particular, tal como la administración del contenido.

Plataforma

En general. Base, elemento de apoyo.

Portabilidad

Hace referencia a cuán dependiente es un software o recurso de aprendizaje de la plataforma en la que corre. La portabilidad es mayor cuando la dependencia con el software de plataforma disminuye.

Protocol (protocolo)

Descripción formal de formatos de mensaje y de reglas que dos ordenadores deben seguir para intercambiar dichos mensajes. Un protocolo puede describir detalles de bajo nivel de las interfaces máquina-a-máquina o intercambios de alto nivel entre programas de asignación de recursos.

Q

Quality of Service -- QoS (Calidad de Servicio)

Nivel de prestaciones de una red, basado en parámetros tales como velocidad de transmisión, nivel de retardo, rendimiento, horario, ratio de pérdida de paquetes.

R

Real Time Protocol -- RTP (Protocolo de Tiempo Real)

Protocolo utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como por ejemplo audio y vídeo en una videoconferencia.

Request For Comments -- RFC (Petición de Comentarios)

Serie de documentos iniciada en 1967 que describe el conjunto de protocolos de Internet y experimentos similares. No todos los RFC's (en realidad muy pocos de ellos) describen estándares de Internet pero todos los estándares Internet están escritos en forma de RFC's. La serie de documentos RFC es inusual en cuanto los protocolos que describen son elaborados por la comunidad Internet que desarrolla e investiga, en contraste con los protocolos revisados y estandarizados formalmente que son promovidos por organizaciones como CCITT y ANSI.

S

SaaS (Software as a Service)

El software como servicio se encuentra en la capa más alta y caracteriza una aplicación completa ofrecida como un servicio, en-demanda, vía multitenencia —que significa una sola instancia del software que corre en la infraestructura del proveedor y sirve a múltiples organizaciones de clientes.

Sincrónico:

[Proceso o efecto] que se desarrolla en perfecta correspondencia temporal con otro proceso u otra causa. Transmisiones de información entre el receptor y emisor ocurren en un determinado instante de tiempo que requieren de cierto preámbulo o conjunto de bits para sincronizar el reloj del receptor o la información que esta arribando.

Stakeholder (LTSA)

(a) entidades, organizaciones o una persona interesada en el e-learning. (b) Grupo de personas, organizaciones o entidades que tienen un mismo interés.

T

Titulación

Estudios realizados en una institución de formación académica mediante la cual ésta reconoce a un estudiante al finalizar satisfactoriamente su cualificación un certificado, diploma o título académico.

TLearning

El término t-learning se utiliza con el significado de aprendizaje interactivo a través de un televisor.

Transmission Control Protocol/Internet Protocol -- TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet)

Sistema de protocolos, definidos en RFC 793, en los que se basa buena parte de Internet. El primero se encarga de dividir la información en paquetes en origen, para luego recomponerla en destino, mientras que el segundo se responsabiliza de dirigirla adecuadamente a través de la red.

U

Unicast (unidifusión)

Por contraposición a broadcast y multicast, unicast es la comunicación establecida entre un solo emisor y un solo receptor en una red

UML

Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language), es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema.

V

Videoconferencia

Reunión a distancia entre dos o más personas que pueden verse y escucharse entre sí a través de la red mediante aplicaciones específicas.

Virtual

Algo que tiene existencia aparente y no real. Es un término de frecuente utilización en el mundo de las tecnologías de la información y de las comunicaciones para designar dispositivos o funciones simulados.

Virtualización

En Informática, virtualización es la creación -a través de software- de una versión virtual de algún recurso tecnológico, como puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento u otros recursos de red.

Dicho de otra manera, se refiere a la abstracción de los recursos de una computadora, llamada Hypervisor o VMM (Virtual Machine Monitor) que crea una capa de abstracción entre el hardware de la máquina física (host) y el sistema operativo de la máquina virtual (virtual machine, guest), dividiéndose el recurso en uno o más entornos de ejecución.

VRML (Virtual Reality Modeling Language)

Es un lenguaje de modelado de mundos virtuales en tres dimensiones.

W

W3 Consortium -- W3C (Consortio W3)

Organización apadrinada por el MIT y el CERN, entre otros, cuyo cometido es el establecimiento de los estándares relacionados con WWW. Fue promovida por el creador del WWW, Tim Berners-Lee.

WBT (Web Based Training)

Capacitación a través de la Internet, Intranets o extranets.

Web Services

Es cualquier programa que sea llamable por otro programa a través del Web de manera neutral respecto a la plataforma, lenguaje y modelo de objetos, empleando protocolos estándares de Servicios Web.

World Wide Web – WWW, W3 (Malla Mundial, telaraña Mundial, WWW)

Sistema de información distribuido, basado en hipertexto, creado a principios de los años 90 por Tim Berners-Lee, investigador en el CERN, Suiza. La información puede ser de cualquier formato (texto, gráfico, audio, imagen fija o en movimiento) y es fácilmente accesible a los usuarios mediante los programas navegadores. Es preciso destacar el hecho poco habitual de que tanto Berners-Lee como el CERN renunciaron a la explotación comercial de este extraordinario invento.

X

XML (eXtensible Markup Language -- Lenguaje Extensible de Marcado)

Lenguaje desarrollado por el W3 Consortium para permitir la descripción de información contenida en el WWW a través de estándares y formatos comunes, de manera que tanto los usuarios de Internet como programas específicos (agentes) puedan buscar, comparar y compartir información en la red. El formato de XML es muy parecido al del HTML aunque no es una extensión ni un componente de éste.

Y

Z