

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INGENIERÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



“Propuesta para la definición de una Norma Mexicana que habilite la interoperabilidad entre Entornos para Objetos de Aprendizaje”

TESIS

que para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

Presenta:

LORENA CASTRO GARCÍA

Director:

DR. GABRIEL ALEJANDRO LÓPEZ MORTEO

Mexicali, B. C.

Diciembre de 2013

RESUMEN de la Tesis de **Lorena Castro García**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de DOCTOR EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN. Mexicali, Baja California, México. Diciembre de 2013.

Propuesta para la definición de una Norma Mexicana que habilite la interoperabilidad entre Entornos para Objetos de Aprendizaje

Resumen aprobado por:

Dr. Gabriel Alejandro López Morteo

Director de tesis

En este trabajo de investigación se aborda el problema de interoperabilidad al que se enfrentan las instituciones mexicanas de educación superior. El problema que radica en que las instituciones dedicadas al desarrollo, uso y consumo de Objetos de Aprendizaje (OA), Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA) y Ambientes de Aprendizaje (AA), no interoperan entre sí, y en consecuencia no comparten sus recursos educativos. Los ROA y AA son los sistemas destinados para el almacenamiento y uso de OA, respectivamente. El problema de interoperabilidad en el sector educativo mexicano tiene presencia por dos causas principales. La primera es porque aún cuando las instituciones han adoptado el uso de estándares y especificaciones internacionales que auxilian la interoperabilidad, éstos no cubren totalmente sus necesidades. La segunda es porque hay un desconocimiento de cuáles son todos los elementos que se deben estandarizar para crear posibilidades para lograr la interoperabilidad. Lo anterior se percibe porque algunos de los OA, ROA y AA desarrollados por las instituciones, carecen de propiedades, mecanismos y servicios que permitan que los recursos (OA) sean interoperables en los sistemas (ROA y AA). Por otra parte, tampoco hay un referente que indique qué tan cerca se está de lograr la interoperabilidad, y cuáles acciones se podrían emprender para lograrla.

Para solventar la problemática identificada se propuso definir una propuesta de una norma mexicana que habilite la interoperabilidad entre las instituciones de educación superior del sector educativo mexicano. Una norma que considerara la mayoría de los elementos que posibiliten la búsqueda, recuperación y reutilización de OA; sustentada en estándares y especificaciones internacionales para la interoperabilidad; que cubriera los requerimientos de la comunidad de productores, investigadores y consumidores de OA en México; que permitiera la definición de perfiles de aplicación aplicables a contextos con intereses particulares; y que permitiera determinar la capacidad que tienen las instituciones para lograr la interoperabilidad.

La propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad se definió a partir de 22 hallazgos identificados a partir de las coincidencias, divergencias y problemas asociados a las acciones que implementan las instituciones mexicanas como parte de su operación actual de los OA. Para cada hallazgo se propusieron los aspectos normativos y recomendados que sustentan la propuesta de la norma. Los aspectos normativos giran alrededor de los elementos que se considera que es necesario estandarizar para que las instituciones mexicanas logren interoperar.

Entre otros aspectos, los elementos normativos: proponen las definiciones de para los OA, ROA y AA y las propiedades, mecanismos y servicios que éstos deben poseer para que los OA sean interoperables en los ROA y AA; establecen los procesos se deben implementar alrededor de éstos elementos para que cuenten con las propiedades, mecanismos y servicios que posibilitarán lograr la interoperabilidad (procesos de la interoperabilidad); y establecen los estándares y especificaciones bajo los cuales se deben implementar los procesos. Un elemento más que se definió para la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad, es el Marco de Referencia de Interoperabilidad entre Entornos para Objetos de Aprendizaje (MRI-EOA). El MRI-EOA toma los procesos de la interoperabilidad, modela la relación, flujo y dependencia que existe entre los procesos, y ayuda a determinar la capacidad que tienen las instituciones que implementan los procesos de la interoperabilidad, para interoperar con terceros.

Con los aspectos normativos y recomendados establecidos a partir de los hallazgos encontrados, y el MRI-EOA se definió la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad. La propuesta está documentada en los documentos: Marco Teórico de la Interoperabilidad entre Entornos para Objetos de Aprendizaje, Diagnóstico de la Capacidad para Interoperar (¿Qué estoy haciendo?), y Mejores Prácticas Asociadas a la Interoperabilidad (¿Cómo podría hacerlo?).

Palabras clave: *Objetos de Aprendizaje, Entidades de la interoperabilidad, Procesos de la Interoperabilidad, Marco de Referencia de Interoperabilidad, Norma Mexicana para la Interoperabilidad, Perfiles de Aplicación.*

Índice general

1. Introducción	1
1.1. La interoperabilidad	1
1.2. Entidades de la interoperabilidad	2
1.2.1. Objetos de Aprendizaje	3
1.2.1.1. Propiedades de los Objetos de Aprendizaje	4
1.2.1.2. Metadatos	6
1.2.2. Entornos para Objetos de Aprendizaje	7
1.2.2.1. Repositorios para Objetos de Aprendizaje	7
1.2.2.2. Ambiente de Aprendizaje	9
1.3. Estándares, Especificaciones y Perfiles de Aplicación	11
1.3.1. Generación de estándares	12
1.3.2. Clasificación de estándares	12
1.3.3. ¿Qué estandarizar para lograr la interoperabilidad dentro del eLearning?	13
1.4. Estándares y especificaciones para la interoperabilidad	15
1.4.1. Estándares para el etiquetado de Objetos de Aprendizaje	15
1.4.1.1. Dublin Core	15
1.4.1.2. El estándar IEEE LOM	15
1.4.2. Especificación para el empaquetado de Objetos de Aprendizaje: IMS Content Packaging	16

1.4.3.	Especificaciones para la definición de rutas y experiencias de aprendizaje	17
1.4.3.1.	IMS Simple Sequencing	17
1.4.3.2.	IMS Learning Design	17
1.4.4.	Especificación para la comunicación entre los Entornos de Aprendizaje y los Objetos de Aprendizaje: SCORM	17
1.4.5.	Especificación para la integración de herramientas y servicios externos: IMS LTI	19
1.4.6.	Especificaciones para la interoperabilidad de ROA	19
1.4.6.1.	IMS-DRI	19
1.4.6.2.	SQI	20
1.5.	El problema de Interoperabilidad en el Sector Educativo Mexicano . .	21
1.6.	Objetivos	23
1.7.	La estandarización como solución al problema de Interoperabilidad (Justificación)	24
1.8.	Preguntas de Investigación	26
1.9.	Metodología	26
1.9.1.	Revisión del estado del arte	26
1.9.2.	Definición de la propuesta de la norma mexicana	27
1.9.2.1.	Prefacio del proceso de normalización / Recopilación de información	28
1.9.2.2.	Proceso de normalización	29
1.9.3.	Documentación formal de las especificaciones	32
1.10.	Organización del documento de tesis	32
2.	Prácticas asociadas a las entidades de la interoperabilidad	34
2.1.	Prácticas asociadas al desarrollo de Objetos de Aprendizaje	34
2.1.1.	Grupo de investigación de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes	35

2.1.2. Centro de Alta Tecnología de Educación a Distancia de la UNAM	38
2.1.3. Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara	43
2.1.4. Dirección de Educación Continua y a Distancia de la UAEMex	47
2.2. Prácticas asociadas a los entornos para Objetos de Aprendizaje	50
2.2.1. Grupo de investigación de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes	51
2.2.2. Centro de Alta Tecnología de Educación a Distancia de la UNAM	53
2.2.3. Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara	56
2.2.4. Dirección de Educación Continua y a Distancia de la UAEMex	58
2.3. Premisas sobre intenciones de interoperar de las instituciones	59
3. Normalización de la propuesta de la norma mexicana	62
3.1. Hallazgo 1: Metodología para el desarrollo de OA	63
3.2. Hallazgo 2: Definición para OA	64
3.3. Hallazgo 3: Componentes de los OA	66
3.4. Hallazgo 4: Procesos asociados a la producción de OA	68
3.5. Hallazgo 5: Actores de las metodologías de desarrollo de OA	74
3.6. Hallazgo 6: Tecnologías utilizadas en el desarrollo de OA	76
3.7. Hallazgo 7: Etiquetado de los OA	76
3.8. Hallazgo 8: Adopción de un esquema de metadatos para el etiquetado de OA	78
3.9. Hallazgo 9: Definición de perfiles de aplicación de metadatos	80
3.10. Hallazgo 10: Recomendaciones para la definición de perfiles de aplicación del estándar LOM	82
3.11. Hallazgo 11: Empaquetado de OA	85

3.12. Hallazgo 12: Entornos para el almacenamiento de OA	87
3.13. Hallazgo 13: Mecanismos y servicios presentes los entornos para el almacenamiento	88
3.14. Hallazgo 14: Requisitos con los que debe cumplir un ROA	89
3.15. Hallazgo 15: Definición de ROA y propuesta de los servicios que debe poseer un ROA	92
3.16. Hallazgo 16: Entornos para la entrega de OA utilizados por las insti- tuciones	93
3.17. Hallazgo 17: Mecanismos y servicios de los AA	94
3.18. Hallazgo 18: Definición de AA de la propuesta de la norma	95
3.19. Hallazgo 19: Propuesta de los servicios que debe poseer un AA	96
3.20. Hallazgo 20: Estándares y especificaciones presentes en los entornos para OA de las instituciones	97
3.21. Hallazgo 21: Estándares y especificaciones recomendados por la pro- puesta de la norma mexicana	99
3.22. Hallazgo 22. Procesos de la interoperabilidad	101
3.23. Expectativas de adopción de la propuesta de la norma	108
4. Marco de Referencia para la Interoperabilidad en México	109
4.1. Modelo de Operación de los Objetos de Aprendizaje	110
4.1.1. Procesos asociados a los Objetos de Aprendizaje	113
4.1.2. Procesos asociados a los Ambientes de Aprendizaje	113
4.1.3. Procesos asociados a los Repositorios para Objetos de Apre- ndizaje	116
4.2. Determinación del Nivel de Interoperabilidad	118
4.2.1. Niveles para medir la interoperabilidad	118
4.2.2. Composición y descripción de los niveles	119
4.2.3. Identificación de oportunidades para la reutilización de OA en los niveles de la interoperabilidad	125

4.3. Plantilla para determinar el nivel de interoperabilidad	129
4.3.1. Secciones de la plantilla	131
4.3.2. Descripción de las secciones de la plantilla	132
5. Sumario y conclusiones	134
6. Trabajo futuro	140
7. Aportaciones y productos	143

Índice de figuras

1.1. Capas de la interoperabilidad propuestas por Fernández (2008).	14
2.1. Fases de la metodología ADDIEOA (Osorio et al., 2007)	36
2.2. Fases del desarrollo de OA de la metodología CATED-UNAM (Sánchez, 2006)	40
2.3. Fases y herramientas para la producción de patrones de OA (Delgado et al., 2007).	44
2.4. Proceso de producción de OA a partir de patrones (Delgado et al., 2007).	47
2.5. Metodología para el desarrollo de OA (UAEMex, 2010).	48
2.6. Fases y etapas de la metodología para el desarrollo de OA de la UAE-Mex.	49
3.1. Metodologías para el desarrollo de OA de las instituciones en estudio	63
3.2. Definiciones de Objeto de Aprendizaje.	64
3.3. Definiciones de Objeto de Aprendizaje.	67
3.4. Fases de las metodologías para el desarrollo de OA.	70
3.5. Procesos asociados al desarrollo de OA.	73
3.6. Actores de las metodologías para el desarrollo de OA.	74
3.7. Tecnologías utilizadas para el desarrollo de OA.	76
3.8. Prácticas asociadas al etiquetado de OA.	77
3.9. Prácticas asociadas al empaquetado de OA.	86
3.10. Entornos para el almacenamiento de OA de las instituciones	87

3.11. Servicios de los Entornos para el almacenamiento de OA de las instituciones	88
3.12. Mecanismos y servicios de los ROA	92
3.13. Entornos para la entrega de OA de las instituciones	94
3.14. Mecanismos y servicios de los AA	96
3.15. Estándares y especificaciones en los entornos para OA	97
3.16. Procesos de la Interoperabilidad entre entornos para OA.	102
4.1. Modelo de operación de OA.	111
4.2. Modelo de operación de OA – Procesos OA.	113
4.3. Modelo de operación de OA – Procesos AA.	114
4.4. Modelo de operación de OA – Procesos ROA.	116
4.5. Propuesta de los niveles para medir la interoperabilidad	119
4.6. Niveles para medir la interoperabilidad de OA	120
4.7. Identificación de oportunidades para la reutilización de OA.	126
4.8. Plantilla para determinar el nivel de interoperabilidad	130
4.9. Secciones de la Plantilla para determinar el nivel de interoperabilidad	131

Capítulo 1

Introducción

1.1. La interoperabilidad

En la literatura se pueden encontrar varias definiciones del término interoperabilidad; algunas muy simples y otras muy elaboradas; ejemplos de éstas son las que se citan a continuación:

1. En Geraci (1991) se define a la interoperabilidad como la habilidad que permite que dos o más sistemas intercambien información, y posteriormente utilicen la información intercambiada.
2. En AGTIF (2005) se define a la interoperabilidad como la capacidad de transferir y utilizar información de una manera uniforme y eficiente a través de múltiples organizaciones y sistemas de tecnologías de la información.
3. Sánchez-Alonso et al. (2008) mencionan que la interoperabilidad es entendida como la capacidad que poseen dos componentes desarrollados por distintas entidades para intercambiar información y ser utilizados conjuntamente.

En estas definiciones se identifican algunas coincidencias importantes, la primera es que se caracteriza a la interoperabilidad como una habilidad o capacidad, la segunda es que en las tres definiciones se habla de sistemas e información, y la tercera es que en las tres definiciones se habla de intercambio y uso de la información. De estas

coincidencias se puede identificar que los elementos esenciales para intentar lograr la interoperabilidad son los sistemas y la información susceptible de intercambiar. Baptista (2008) menciona que el concepto de interoperabilidad se puede aplicar en distintos contextos y entornos, siempre y cuando haya sistemas y sea preciso el intercambio de información.

Dentro del contexto del e-Learning, el concepto de interoperabilidad lo interpretamos como la habilidad que tienen los sistemas (Entornos para Objetos de Aprendizaje) para intercambiar contenidos educativos digitales (Objetos de Aprendizaje) y posteriormente reutilizar los contenidos. De lo anterior se identifica que dentro del contexto del e-Learning los Entornos para Objetos de Aprendizaje (Repositorios y Ambientes de Aprendizaje) y los Objetos de Aprendizaje constituyen los elementos mínimos necesarios para intentar lograr la interoperabilidad. A continuación se definen de manera genérica dichos elementos:

- *Objeto de aprendizaje*: Recurso digital que se usa en la enseñanza basada en computadora, que se crea una vez y puede utilizarse una y otra vez.
- *Repositorio de Objetos de Aprendizaje*: Sistema de software destinado para el almacenamiento de los Objetos de Aprendizaje.
- *Ambiente de Aprendizaje*: Sistema de software destinado para el uso de los Objetos de Aprendizaje.

1.2. Entidades de la interoperabilidad

Como ya se mencionó, los Objetos de Aprendizaje, los Repositorios para Objetos de Aprendizaje y los Ambientes de Aprendizaje constituyen los elementos mínimos necesarios para intentar lograr la interoperabilidad; en conjunto a estos elementos se les denominará “*Entidades de la interoperabilidad*”. En las siguientes secciones se describen con mayor detalle estos elementos, y se indican las propiedades, mecanismos y servicios que éstos deben poseer, de acuerdo con lo que establece la literatura.

1.2.1. Objetos de Aprendizaje

De manera simple podemos decir que un Objeto de Aprendizaje (OA) es un recurso digital que se usa en la enseñanza basada en computadora, que se crea una vez y puede utilizarse una y otra vez. Como ejemplos de OA se pueden considerar: animaciones flash, videos, simuladores, applets de Java, documentos PDF, presentaciones de Power Point, entre otros. López-Morteo (2005) expone que el concepto moderno de OA proviene del ámbito de las Ciencias de la Computación en el sentido de visualizar a cada OA como un componente. Existen diversas propuestas para definir un OA, pero la definición más citada por la literatura es la que propone el LTSC-IEEE¹ el cual define a un OA como “una entidad, digital o no digital, que puede ser usada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje apoyado por computadora” (IEEE-LTSC, 2002). Se considera que es la definición más citada por dos razones: porque la propone el LTCS y porque es muy genérica. A pesar de lo anterior, la definición pierde aplicación desde el punto de vista de la interoperabilidad dentro del e-Learning, ya que no es posible intercambiar entidades no digitales entre sistemas. En la búsqueda de una definición de OA que se apegue más a los términos de la interoperabilidad dentro del e-Learning se encontraron, entre otras, las siguientes:

- Cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado como apoyo para el aprendizaje (Wiley, 2000).
- Archivo digital (película, imagen, etc.) utilizado para propósitos pedagógicos, los cuales incluyen internamente o por asociaciones, sugerencias sobre el contexto apropiado en el cual utilizar el objeto (Sosteric y Hesemeier, 2002).
- Unidad didáctica de contenido, autocontenida e independiente, predispuesta para su reutilización en múltiples contextos instruccionales (Polsani, 2003).

¹Comité de Estandarización de Tecnología Educativa del Instituto de Ingenieros en Electrónica y Electrica (LTSC-IEEE por sus siglas en inglés).

- Unidad básica que está compuesta por los elementos didácticos objetivo, actividad, evaluación y contenidos (Sánchez et al., 2007).
- Cualquier recurso con una intención formativa, compuesto de uno o varios elementos digitales, descrito con metadatos, que pueda ser utilizado y reutilizado dentro de un entorno e-learning (López-Guzmán et al., 2005).

De estas definiciones las que más se acercan a los términos de la interoperabilidad dentro del e-Learning son las propuestas por López-Guzmán et al. (2005) y Polsani (2003). Se considera de esta forma dado que un OA que cumpla con estas definiciones es susceptible de participar en el proceso de interoperabilidad.

1.2.1.1. Propiedades de los Objetos de Aprendizaje

Aún cuando existen diversas definiciones para el concepto de OA, y éstas pueden ser muy variadas, los OA deben contar con un conjunto mínimo de propiedades que faciliten su localización, utilización, almacenamiento y compartición. A continuación, se listan y describen las propiedades mínimas que Mason y Rehak (2003), McGreal (2004) y Beatriz (2008) sugieren que deben poseer los OA.

Accesible: Propiedad que permite que los OA sean indexados para su localización y recuperación más eficiente utilizando esquemas estándar de metadatos.

Interoperable: Propiedad que permite que los OA sean accedidos por cualquier persona y desde cualquier lugar independientemente del hardware y sistema de software utilizado.

Reutilizable: Propiedad que permite que los OA puedan ser utilizados más de una vez y en múltiples contextos ya sea formando parte de cursos o parte de nuevos desarrollos.

Portable: Propiedad que permite que los OA sean movidos y alojados en diferentes sistemas con diferentes plataformas de manera transparente.

Durable: Propiedad que garantiza que los OA podrán utilizarse en diferentes tiempos sin llegar a ser obsoletos. Para que esta característica este siempre presente en los OA es necesario que los recursos sean actualizados constantemente.

Escalable: Propiedad que permite que los OA sean agrupados en una gran colección de conceptos para conformar la estructura de un curso.

Secuenciable: Propiedad que permite que los OA puedan combinarse con otros OA logrando una secuencia bajo un mismo contexto de enseñanza, pudiendo componer OA superiores.

Descubrible: Propiedad que permite que los OA sean fácilmente localizables usando términos de búsqueda simple.

Recuperable: Propiedad que permite que los OA se puedan recuperar (descargar) para su uso en el momento que se necesiten.

Educativo: Propiedad que permite que los OA generen conocimiento.

Autocontenible: Propiedad que permite que un OA cumpla con el objetivo para el que fue diseñado, por si solo sin depender de otros recursos.

López-Guzmán et al. (2005) mencionan que la característica que más destaca en las diferentes definiciones de OA es la reutilización. Esta característica como ya se mencionó es la propiedad que permite que los OA sean utilizados en múltiples contextos educativos. La reutilización es considerada como uno de los beneficios más importantes que se obtienen cuando se logra la interoperabilidad entre Entornos para Objetos de Aprendizaje.

La reutilización de OA propicia dos beneficios importantes: el ahorro de recursos que se invierten en el desarrollo de nuevos OA, y la posibilidad de que el conocimiento inmerso en los recursos sea difundido y aprovechado en múltiples contextos educativos. Al respecto de las propiedades de los OA Astudillo y Willging (2010) mencionan que la reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo pueden

ser garantizadas con el uso de estándares y especificaciones destinados al sector e-Learning.

1.2.1.2. Metadatos

Un elemento asociado a los OA son los metadatos (datos a cerca de los datos), los cuales son utilizados para describir los atributos que caracterizan a los OA; atributos tales como formato, tamaño, objetivo didáctico, idioma, entre otros. La Organización Nacional para la Normalización en Información (NISO, por sus siglas en inglés de National Information Standards Organization) define a los metadatos como información estructurada que explica, localiza, y por otra parte, facilita la recuperación, uso y administración de un recurso de información (NISO, 2004).

Lamarca (2006) expone que existen distintos modelos de metadatos con sus respectivos esquemas de descripción; en los modelos cada objeto se describe por medio de atributos, y el valor de dichos atributos eventualmente sirve para recuperar la información que caracteriza a los recursos. La autora cita que de manera general se pueden encontrar metadatos referidos al contenido (concepto), a los aspectos formales (tipo, tamaño, fecha, lengua, etc.), a la información de derechos de autor y propiedad intelectual, a la información de la autenticación del documento o recurso, y a la información sobre el contexto (calidad, condiciones o características de acceso, uso, entre otros).

Los metadatos representan una pieza clave para lograr la interoperabilidad entre los entornos para OA, y por ende, para que se dé la reutilización de estos recursos. Por una parte, los metadatos permiten describir las características que identifican como piezas únicas a los OA, y facilitan los procesos de búsqueda, selección y recuperación de los recursos. Cuando se realiza una búsqueda a través de metadatos y ésta tiene éxito, se obtienen los atributos que describen a los OA, y con esto se puede formar un juicio general para decidir si un recurso se recupera o no para su uso y reuso. Entre los esquemas de metadatos más utilizados dentro del sector e-Learning se

encuentran IEEE LOM ² y Dublín Core ³, mismos que se describen en las siguientes secciones.

1.2.2. Entornos para Objetos de Aprendizaje

Los Entornos para Objetos de Aprendizaje (entornos para OA) son los sistemas de información que se utilizan para el almacenamiento y entrega de los OA. Comúnmente, los sistemas destinados para el almacenamiento son los Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA) y los destinados para la entrega de los recursos son los Ambientes de Aprendizaje (AA). A continuación se definen los ROA y AA, se describen sus características más relevantes, y se listan algunos ejemplos de estos sistemas.

1.2.2.1. Repositorios para Objetos de Aprendizaje

Un Repositorio para Objetos de Aprendizaje (ROA) es un sistema destinado al almacenamiento de OA que incorpora un conjunto de herramientas para facilitar la búsqueda y recuperación de estos recursos. En JORUM+Project (2004) definen a un ROA como una colección de OA que tienen información detallada accesible por Internet, el cual además de almacenar OA puede almacenar las ubicaciones (direcciones) de recursos que se encuentren en otros sistemas, tanto en línea como en ubicaciones locales. Una definición más para ROA y que va muy de la mano con la anterior, es la propuesta en Soto et al. (2007) donde se define a un ROA como un sistema de software que almacena recursos educativos y sus metadatos (o solamente estos últimos), y que proporciona algún tipo de interfaz de búsqueda de los recursos, para interacción con humanos o con otros sistemas software.

Regularmente los ROA operan de forma independiente, no obstante, también pueden formar parte de un Sistema de Administración de Aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés de Learning Management System). López-Guzmán et al. (2005)

²Disponible en: <http://ltsc.ieee.org/wg12/20020612-Final-LOM-Draft.html>

³Disponible en: <http://dublincore.org/>

mencionan que los ROA apuntan a la utilización de sistemas de metadatos, específicamente orientados al campo educativo.

Downes (2003) expone que de manera general se identifican dos tipos de ROA. El primer tipo corresponde a los repositorios que alojan OA y sus respectivos metadatos en un mismo sistema, incluso en un mismo servidor. El segundo tipo corresponde a los repositorios que alojan sólo los metadatos que describen OA, y los recursos se encuentran en otro sistema o repositorio de objetos. A continuación se describen dos ejemplos de ROA.

Ejemplos de Repositorios de Objetos de Aprendizaje

- **MERLOT**⁴: Es un ROA de acceso libre y gratuito, es un sistema centralizando que únicamente aloja metadatos y apunta a recursos almacenados en sitios remotos. Ofrece enlaces a materiales de formación en línea clasificados dentro de siete categorías: Artes, Negocios, Educación, Humanidades, Matemáticas, Ciencias y Tecnología.
- **Colombia Aprende**⁵: Es un ROA que almacena materiales educativos, adaptados y catalogados en la forma de objetos informativos y de aprendizaje. El material tiene un carácter multidisciplinario y es producto del trabajo de los docentes de las diversas Facultades de la Pontificia Universidad Javeriana-Cali.
- **COLOR**⁶: Es un prototipo funcional de un ROA desarrollado por la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México. COLOR permite reunir y consultar OA, así como generar e incorporar sus metadatos y los archivos específicos que los describen.

1.2.2.2. Ambiente de Aprendizaje

De manera general, un Ambiente de Aprendizaje (AA) es el lugar o espacio donde ocurre el proceso de adquisición de conocimiento (González y Flores, 1998). Desde un punto de vista tecnológico un AA es un entorno de trabajo tanto individual como colaborativo en el cual se integran múltiples aplicaciones, servicios educativos, así como procesos administrativos que se orientan al manejo de una sesión educativa (López-Morteo, 2005). Chan et al. (2006) menciona que un AA es software diseñado como una “solución todo en uno” que facilita la formación en línea de una organización.

⁴MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching), Disponible en: <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>

⁵Disponible en: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/w3-channel.html>

⁶COLOR (COlección de Objetos Reusables), Disponible en: <http://www.cudi.edu.mx:8080/color/>

López-Guzmán (2005) expone que entre las herramientas más utilizadas para los AA o sistemas e-learning están los LMS, también ampliamente conocidos como plataformas de aprendizaje. Esta autora define a los LMS como un software basado en un servidor web que provee módulos funcionales para los procesos administrativos y de seguimiento que se requieren para un sistema de enseñanza-aprendizaje. En ADL (2006) mencionan que el término LMS se refiere a un paquete de funcionalidades diseñadas para entregar, monitorear, reportar y administrar contenidos de aprendizaje, y para monitorear el progreso e interacciones de los estudiantes.

El término LMS se puede aplicar a sistemas simples para el manejo de cursos, o a ambientes distribuidos altamente complejos, y aunque existen variantes entre un LMS y otro, las tareas más comunes que éstos simplifican son: la gestión de cursos, la gestión de clases, la gestión de contenido y la gestión de la instrucción educativa. Las herramientas más comunes con las que cuentan son: herramientas de comunicación, herramientas para los estudiantes y herramientas de evaluación.

Los LMS también facilitan el aprendizaje distribuido y colaborativo a partir de actividades y contenidos pre-elaborados de forma sincrónica o asincrónica, utilizando los servicios de comunicación de internet como el correo, los foros de discusión, las videoconferencias y el mensajero instantáneo. A continuación se describen dos ejemplos de LMS.

Ejemplos de AA

- **Blackboard**⁷. Es una plataforma de software comercial que proporciona a las instituciones educativas herramientas para alcanzar sus objetivos de enseñanza en línea. Es reconocido por su facilidad de uso y su escalabilidad institucional. Tiene un ambiente abierto de desarrollo y cumple con normas de interoperabilidad de la industria, lo que permite a las instituciones que lo utilizan ampliar y personalizar sus capacidades para satisfacer necesidades particulares.

⁷Disponible en: <http://www.blackboard.com>

- **Moodle**⁸: Es un Sistema de Gestión de Cursos de Código Abierto (CMS por sus siglas de Open Source Course Management System), conocido también como LMS o como Entorno de Aprendizaje Virtual. Es una aplicación web gratuita que los educadores pueden utilizar para crear sitios de aprendizaje efectivo en línea.

1.3. Estándares, Especificaciones y Perfiles de Aplicación

En ISO/IEC (2002) definen a un estándar como un documento de especificaciones técnicas, que contiene acuerdos u otros criterios para ser usados como reglas o definiciones de características, para asegurar que los materiales, recursos o servicios sean aptos para su propósito; así mismo se establece que los estándares incluyen sistemas de desarrollo, así como perfiles de aplicación.

Una especificación es un conjunto de declaraciones detalladas y exactas de los requisitos funcionales y particularidades de algo que quiere construirse, instalarse o manufacturarse (López-Guzmán et al., 2005). Friesen (2005) menciona que las especificaciones son estándares en proceso de desarrollo y que a diferencia de los estándares, éstas son experimentales y evolucionan de manera rápida.

Un perfil de aplicación especifica el uso común de un estándar o grupos de éstos para dar auxiliar a una aplicación, función, comunidad o ámbito (Friesen y Roberts, 2002). Fernández (2008) menciona que un perfil de aplicación es una colección de estándares, especificaciones y guías de buenas prácticas que se combinan, adaptan y particularizan para su mejor aplicación en una determinada comunidad o en un determinado dominio. Duval et al. (2006) sostienen que a través de un perfil de aplicación se direccionan los requerimientos de interoperabilidad entre sistemas o grupos, en otras palabras, a través de un perfil se encuentran los requerimientos específicos de un grupo, se mantiene compatibilidad con los estándares, y se definen

⁸Disponible en: <https://moodle.org/>

nuevas necesidades de manera abierta.

1.3.1. Generación de estándares

Alvarado et al. (2003) mencionan que para la generación de estándares es necesario llevar un proceso de normalización. La normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico (Martínez et al., 2005).

La normalización implica identificar patrones de uso en los procesos al realizar cierta actividad. La normalización se logra cuando se cuenta con un consenso, el cual es acuerdo general al que se llega mediante un proceso en el que se han tomado en cuenta todos los sectores involucrados. Al producto que se obtiene después de realizar el proceso de normalización se le denomina *estándar o norma*.

Por su parte, Friesen (2005) menciona que el proceso de desarrollo de estándares inicia con la investigación las necesidades de los usuarios, para a partir de ahí proponer conceptos que den solución a estas necesidades. Lo anterior, en términos prácticos hace referencia al proceso de normalización.

1.3.2. Clasificación de estándares

Los estándares se clasifican en *estándares de jure, de facto e internos*. Los *estándares de jure* provienen de una organización acreditada que certifica una especificación; los *estándares de facto* representan a las especificaciones que han sido adoptadas por un grupo mayoritario de individuos; y los *estándares internos* son las guías de buenas prácticas y políticas que pertenecen a una organización, su uso tiene objetivos muy particulares y no son comunes en el mercado. Los estándares de facto son ampliamente referidos como especificaciones.

Alvarado et al. (2003) mencionan que los estándares pueden ser estándares internacionales, regionales o nacionales; reglamentos, especificaciones técnicas o códigos de prácticas.

1.3.3. ¿Qué estandarizar para lograr la interoperabilidad dentro del eLearning?

Anido et al. (2002) mencionan que las áreas de interés de estandarización dentro del e-Learning cubren modelos de los estudiantes, equipamiento, aspectos de bajo nivel (por ejemplo protocolos de comunicación) y formatos, componentes de software y ambientes de ejecución, organización y descripción de los cursos, empaquetado y transferencia de los cursos, búsqueda, acceso y localización de recursos educativos, y metadatos.

Fernández (2008) menciona que para lograr la interoperabilidad es necesario establecer estándares en la mayoría de los elementos que intervienen dentro del e-learning. Este autor menciona que se deben estandarizar los siguiente elementos: protocolos de comunicación TCP/IP, tecnologías utilizadas en el desarrollo de contenidos educativos, tecnologías y formatos utilizadas para la implementación de metadatos, esquemas para la implementación de metadatos, estructura de los cursos, empaquetado de los contenidos, aspectos pedagógicos, y barreras culturales, lingüísticas y sociales. El autor divide estos elementos en ocho capas (ver Figura 1.1) y en cada capa cita los estándares y especificaciones que se pueden adoptar para estandarizar los elementos.



Figura 1.1: Capas de la interoperabilidad propuestas por Fernández (2008).

En la siguiente sección se describen brevemente los estándares y especificaciones que aparecen en las capas de la Figura 1.1, así como otros que existen para dar soporte a la interoperabilidad.

Por su parte López-Guzmán (2005) menciona que la estandarización se requiere implementar en distintos niveles. Primero cuando se desarrollan contenidos educativos deben considerarse tecnologías, políticas y formatos compatibles con lo común en el sector; segundo cuando los contenidos son incluidos en un repositorio y éstos deben ser descritos, se utilizarán esquemas de metadatos que aseguren su fácil localización y compatibilidad con otros sistemas de metadatos; tercero cuando los contenidos tengan que incorporarse a diferentes servicios, repositorios, sistemas y aplicaciones en un contexto dado; y cuarto, cuando los sistemas involucrados en un entorno tengan que interoperar con otros para cumplir sus funciones o ampliar sus capacidades.

1.4. Estándares y especificaciones para la interoperabilidad

En esta sección se describen brevemente algunos estándares y especificaciones que diferentes consorcios e iniciativas internacionales han definido para auxiliar la interoperabilidad dentro del e-Learning.

1.4.1. Estándares para el etiquetado de Objetos de Aprendizaje

1.4.1.1. Dublin Core

Dublin Core es un estándar de metadatos destinado a la descripción de recursos digitales. El estándar fue desarrollado en 1995 (DCMI, 2008). El modelo de datos de Dublin Core consta de 15 elementos de metadatos los cuales facilitan la descripción y descubrimiento de recursos digitales. Los elementos del esquema son: *Cobertura, Descripción, Tipo, Relación, Fuente, Materia, Título, Autor, Colaborador, Editor, Derechos, Fecha, Formato, Identificador y Lengua*. Los elementos son de uso opcional, pueden repetirse y pueden aparecer en cualquier orden. Los metadatos pueden almacenarse en cualquier tipo de base de datos.

1.4.1.2. El estándar IEEE LOM

El estándar IEEE LOMv1.0 especifica un esquema de metadatos para describir OA (IEEE-LTSC, 2002). Una instancia de metadatos para un OA describe las características relevantes del objeto al que se aplica. Las características que describen un OA son almacenadas en elementos de metadatos. El esquema de datos de LOMv1.0 esta dividido en nueve categorías, y estas a su vez están divididas en elementos de metadatos. Las categorías que conforman el esquema de LOM son: *General, Ciclo de vida, Meta-metadata, Técnica, Educativa, Derechos, Relación, Anotación y Clasificación*. El número total de elementos del modelo de datos de LOMv1.0 es de

77.

LOM es el estándar de metadatos más utilizado dentro de los entornos eLearning debido a que es el único estándar técnico dedicado al campo educativo (Bourda y Delestre, 2004). La adopción de este estándar asegura en parte que, si se especifica un esquema conceptual de datos común, los sistemas consumidores de metadatos de OA tendrán un alto grado de interoperabilidad semántica.

1.4.2. Especificación para el empaquetado de Objetos de Aprendizaje: IMS Content Packaging

Las especificaciones para el empaquetado de OA permiten colocar en un único archivo todos los elementos digitales (textos, imágenes, glosarios, evaluaciones, elementos multimedia, metadatos, entre otros) que forman parte de un OA. Lo anterior es de gran ayuda cuando se tiene la intención o necesidad de trasladar los OA entre varios sistemas.

La especificación IMS Content Packaging (IMS CP)⁹ describe las estructuras de datos que se pueden utilizar para el intercambio de datos entre sistemas que tengan como objetivo importar, exportar, agregar y desagregar paquetes de contenidos (IMS, 2004). La especificación permite la descripción, estructuración y empaquetado de OA, ya sea como cursos individuales o como una colección de cursos portables, interoperables y distribuibles. Un paquete representa una unidad usable y reusable que puede tener relevancia instruccional fuera de la organización de ese curso y ser implementado independientemente, ya sea como un OA o una colección de éstos. Un paquete es un archivo comprimido, regularmente con extensión *zip*, *jar* o *cab*.

⁹Disponible en: <http://www.imsglobal.org/content/packaging/>

1.4.3. Especificaciones para la definición de rutas y experiencias de aprendizaje

1.4.3.1. IMS Simple Sequencing

IMS Simple Sequencing (IMS SS)¹⁰ es una especificación que define los mecanismos que permiten la secuenciación de recursos educativos dentro de cualquier entorno de aprendizaje que implemente la especificación. El objetivo es definir el orden en que se presentan los OA, es decir, las reglas para seleccionar un OA entre varios recursos de éstos, en función de la interacción del alumno (IMS, 2003c).

1.4.3.2. IMS Learning Design

La especificación IMS Learning Design (IMS LD)¹¹ permite la consideración de aspectos pedagógicos para el aprendizaje en línea proveyendo un lenguaje genérico y flexible, diversidad pedagógica e innovación, además de promover la interoperabilidad de materiales de aprendizaje. El objetivo del diseño de IMS LD es proveer un marco de referencia de los elementos que pueden describir cualquier diseño de un proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido IMS LD se ocupa de describir y codificar el diseño pedagógico (Diseño Instruccional), es decir, las metodologías educativas implícitas en un proceso de enseñanza de forma que sean procesables por un AA (IMS, 2003b).

1.4.4. Especificación para la comunicación entre los Entornos de Aprendizaje y los Objetos de Aprendizaje: SCORM

El Modelo de Referencia para Objetos de Aprendizaje (SCORM, por sus siglas en inglés de Sharable Content Reference Model)¹² es un modelo que refiere un conjunto de estándares, especificaciones y lineamientos técnicos correlacionados, diseñados

¹⁰Disponible en: <http://www.imsglobal.org/simplesequencing/index.html>

¹¹Disponible en: <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>

¹²Disponible en: <http://www.adlnet.gov/capabilities/scorm/scorm-2004-3rd#tab-main>

para cumplir con los requisitos de alto nivel del contenido y sistemas de aprendizaje. SCORM es un “Modelo de Agregación de Contenido” y un “Ambiente de Ejecución” para que los OA sean compatibles con la enseñanza adaptable basada en los objetivos, preferencias, desempeño y otros factores de la experiencia del estudiante (como las técnicas educativas). SCORM también es un modelo de “Secuencia y Navegación” para la presentación dinámica de los contenidos de aprendizaje basándose en las necesidades del estudiante (ADL, 2006). Parte del modelo de SCORM permite agregar y empaquetar contenidos de aprendizaje reutilizables, accesibles, interoperables y persistentes.

La versión 1.3 de SCORM conocida como SCORM 2004, se compone de cuatro documentos:

1. Introducción (SCORM Overview).
2. Modelo de Agregación de Contenidos (CAM por sus siglas en inglés de Content Aggregation Model).
3. Ambiente de Ejecución (RTE por sus siglas en inglés de Run Time Environment).
4. Secuencia y Navegación (SN por sus siglas en inglés de Sequencing and Navigation).

SCORM integra tecnologías desarrolladas por grupos IMS, AICC, ARIADNE e IEEE LTSC; el documento del Modelo de Agregación de Contenidos integra los estándares y especificaciones LOM, Content Structure, Content Packaging, y Simple Sequencing; el documento del Ambiente de Ejecución integra el estándar Datamodel 1184.11.2 y el API 1184.11.2; y por último, el documento de Secuencia y Navegación integra la especificación IMS Sequencing and Navigation.

1.4.5. Especificación para la integración de herramientas y servicios externos: IMS LTI

IMS Learning Tools Interoperability (IMS LTI)¹³ es una especificación que permite la integración transparente de herramientas, contenidos y servicios de terceros dentro de un AA de manera segura (IMS, 2013). IMS LTI se basa en el enfoque orientado a servicios, que funciona como un medio para conectar dos sistemas. Dentro de la especificación estos sistemas son denominados *Consumidor de Herramientas y Proveedor de Herramientas*. El *Consumidor* es el sistema que consume o utiliza herramientas y el *Proveedor* el sistema que oferta estas herramientas. Un *consumidor de herramientas* típicamente es un AA y un proveedor de herramientas puede ser un servidor de contenido. La naturaleza de la relación que se establece entre un *Consumidor* y un *Proveedor* de herramientas vía LTI es que el *Proveedor* delega la responsabilidad de la autenticación y autorización de usuarios al *Consumidor*. El *Consumidor* proporcionará al *Proveedor* datos sobre el usuario, el contexto actual del usuario y el rol del usuario dentro de ese contexto. Estos datos se proporcionan de forma segura para que el consumidor pueda confiar su herramienta de autenticidad.

1.4.6. Especificaciones para la interoperabilidad de ROA

1.4.6.1. IMS-DRI

IMS Digital Repository Interoperability (IMS-DRI)¹⁴ es una especificación que proporciona recomendaciones para la interoperación de repositorios digitales (IMS, 2003a). Esta especificación provee una arquitectura funcional y un modelo de referencia para modelar la interoperabilidad de ROA. La especificación considera que en el área de los ROA existe una gran cantidad de formatos, sistemas implementados, tecnologías y prácticas establecidas. Por lo tanto las recomendaciones reconocen dos escenarios de implementación generalizados a sistemas que ya cuentan con un proto-

¹³Disponible en: <http://www.imsglobal.org/lti/index.html>

¹⁴Disponible en: <http://www.imsglobal.org/digitalrepositories/index.html>

colo para la interoperación, por ejemplo el protocolo Z39.50¹⁵ (comúnmente utilizado en bibliotecas) y repositorios capaces de implementar XQUERY¹⁶ y SOAP¹⁷ (para búsquedas en XML).

IMS DRI recomienda el desarrollo de mediadores o intermediarios para el manejo de múltiples formatos en la fase de búsqueda de metadatos de OA. Las tareas que se le pueden encomendar al intermediario son: traducir un formato de búsqueda que sea entendido por múltiples repositorios existentes, coleccionar metadatos de múltiples repositorios y hacer metadatos válidos para búsquedas, y realizar búsquedas en múltiples repositorios y administrar las respuestas. La especificación IMS DRI define cinco funciones básicas: Buscar/Exponer, Colectar/Exponer, Enviar/Almacenar, Solicitar/Entregar, Alertar/Exponer.

1.4.6.2. SQI

Simple Query Interface (SQI)¹⁸ es una especificación que posibilita el logro de la interoperabilidad entre sistemas altamente heterogéneos (Simon et al., 2005). Para lograr lo anterior SQI define un estándar y proporciona un API; el estándar define los servicios básicos que un repositorio puede tener disponibles para recibir y responder consultas de otros repositorios, y el API proporciona un conjunto de métodos abstractos para la implementación de los servicios. Las características de SQI se resumen en los siguientes puntos:

- Es neutral en términos de lenguaje de consulta y formatos de resultados.
- Permite los tipos de consulta sincrónicas y asincrónicas.
- Está basado en un concepto de administrador de sesión para separar la autenticación de la administración de consultas.

¹⁵Z39.50 es un estándar para la recuperación de información de catálogos de bibliotecas en internet.

¹⁶XQuery es un lenguaje de consulta estándar que utiliza la notación XML para definir consultas y manejar los resultados.

¹⁷SOAP es un protocolo basado en XML para el intercambio de información en ambientes distribuidos.

¹⁸Disponible en: <http://www.cen-ltso.net/main.aspx?put=859>

- Los escenarios de comunicación propuestos por la especificación están dados por un par de ROA (*fuentes y destino*), en donde cada uno de éstos es capaz de enviar consultas al otro. El repositorio que solicita OA es denominado fuente (*source*) y el que provee los recursos es denominado destino (*target*).

Para lograr que un ROA tenga la capacidad de interoperar es necesario que los repositorios *fuentes y destino* tengan en común una interfaz de consulta, un lenguaje de consultas y un formato de resultados.

1.5. El problema de Interoperabilidad en el Sector Educativo Mexicano

La adopción del uso de estándares y especificaciones internacionales del eLearning para el desarrollo de OA, ROA y AA promete un alto grado de interoperabilidad entre los contenidos y sistemas. Bajo este entendido, la expectativa es que las comunidades y grupos de interés que adopten este uso interoperen entre sí. En el sector educativo mexicano diversas instituciones, grupos de investigación y comunidades dedicadas al desarrollo de OA, ROA y AA han adoptado el uso de estándares y especificaciones internacionales que auxilian la interoperabilidad. De acuerdo con la promesa antes mencionada, se esperaría que estas comunidades estuviesen interoperando entre sí, y en beneficio reutilizando los OA con los que cuentan. No obstante, la realidad es que a la fecha las comunidades no interoperan y por ende no comparan sus OA (Castro-García, 2009). Enseguida se describen las razones identificadas del por qué no se ha logrado la interoperabilidad en el sector educativo mexicano.

1. Los estándares y especificaciones que auxilian la interoperabilidad no cubren totalmente los requerimientos de sus usuarios, lo cual no es ajeno a la comunidad mexicana. Ante esta situación, las instituciones mexicanas han optado por lo siguiente:

- Algunas instituciones han optado por dejar de utilizar los estándares dado que los esfuerzos que demanda la adopción no se han visto compensados con los beneficios que estos prometen.
 - En el mejor de los casos han optado por extender los estándares para adecuarlos a sus necesidades. No obstante, no han formalizado las modificaciones hechas a los estándares a través de la definición de perfiles de aplicación. El hecho de que algunas instituciones trabajen versiones diferentes de un estándar disminuye las oportunidades de que éstas interoperen entre sí.
2. Se ha identificado que las entidades de la interoperabilidad (OA, ROA, y AA) propiedad de las instituciones mexicanas carecen de propiedades, mecanismos y servicios que posibiliten el logro de la interoperabilidad. A raíz de lo anterior se presentan casos como los siguientes:
- Los OA son interoperables y reutilizables, no obstante, se encuentran almacenados en sistemas que carecen de mecanismos para buscarlos, y esto hace que los OA permanezcan en un estado oculto.
 - Los OA son localizables, pero no son portables dado que guardan dependencias con su sistema origen.
 - Los OA son localizables, sin embargo, los sistemas donde se encuentran carecen de mecanismos que posibiliten su recuperación.
 - Los OA son localizables y recuperables pero no son interoperables, ya que cuando se intenta utilizarlos en sistemas de terceros se presentan problemas de incompatibilidad entre los OA y los sistemas.
3. Una razón mas por la cual las instituciones mexicanas no interoperan entre sí, es porque no hay artefactos, procedimientos y acuerdos interinstitucionales expresos que posibiliten el uso compartido de OA.

Se considera que el problema descrito en el segundo punto tiene presencia porque no hay un marco de referencia que especifique puntualmente cuáles son las propiedades, mecanismos y servicios que deben poseer los OA, ROA y AA, a fin de que las comunidades mexicanas logren interoperar entre sí. Cabe destacar que la problemática descrita en este punto tiene presencia con y sin la adopción de los estándares y especificaciones para la interoperabilidad.

Como ya se mencionó, las instituciones del sector educativo mexicano no interoperan entre sí. Se conocen las razones del por qué no interoperan, y se sabe que hay instituciones que están haciendo esfuerzos para lograr la interoperabilidad. No obstante, se desconoce qué tan cerca están de alcanzar este fin, ya que no existe un referente que permita determinar su capacidad para interoperar, y de esta forma sepan que tan cerca están, y cuáles serían las acciones que podrían emprender para lograrlo.

1.6. **Objetivos**

Para dar solución a la problemática identificada en este trabajo de investigación, se definieron los siguientes objetivos:

Objetivo General

Definir una propuesta de una norma mexicana que habilite la interoperabilidad entre los entornos para Objetos de Aprendizaje de las instituciones de educación superior del sector educativo mexicano.

Características de la norma que se propone definir:

Una norma que considere, si no todos, la mayoría de los elementos que posibiliten la búsqueda, recuperación y reutilización de OA; que se sustente en estándares y especificaciones internacionales para la interoperabilidad; que cubra los requerimientos de la comunidad de productores, investigadores y consumidores de OA en México;

que permita la definición de perfiles de aplicación aplicables a contextos con intereses particulares; y que permita determinar la capacidad que tienen las instituciones para lograr la interoperabilidad.

Objetivos Específicos

- Definir un marco de referencia que especifique los procesos que es necesario implementar alrededor de las Entidades de la interoperabilidad a fin de que éstas cuenten con propiedades, mecanismos y servicios que posibiliten el logro de la interoperabilidad.
- Definir una técnica que permita determinar la capacidad que tienen las instituciones para interoperar con terceros.
- Definir una metodología que permita la definición de perfiles de aplicación aplicables a contextos específicos.
- Definir la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad entre entornos para OA.
- Desarrollar guías de uso la para la adopción de la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad.

1.7. La estandarización como solución al problema de Interoperabilidad (Justificación)

Uno de los grandes problemas aún sin resolver de las TIC aplicadas a la educación es la falta de una metodología común que garantice los objetivos de accesibilidad, interoperabilidad, durabilidad y reutilización de los contenidos (Hilera y Hoya, 2010). Entre los principales beneficios que trae consigo la estandarización destacan la interoperabilidad, la reutilización de recursos educativos (Alvarado et al., 2003), y el

aprovechamiento de los esfuerzos y recursos económicos que se invierten en el desarrollo de material educativo (Castro-García, 2009). Estos beneficios se obtienen de forma subsecuente, esto es, si se logra la interoperabilidad entre los sistemas que alojan a los contenidos, existe la posibilidad de que los contenidos que se intercambien puedan ser reutilizados en diferentes contextos educativos, y al darse la reutilización, disminuye la inversión de recursos económicos y horas hombre que se destinan al desarrollo de recursos.

Por otra parte, Anido et al. (2002) exponen que hay dos razones principales por las cuales se debe estandarizar: porque los recursos educativos son definidos, estructurados y presentados usando formatos diferentes; y porque los modelos funcionales que están incrustados en un AA particular no pueden ser reutilizados en forma sencilla. Aunado a lo anterior, Horton y Horton (2003) consideran que existe necesidad de estandarizar porque a los alumnos no les es fácil localizar los recursos que ellos necesitan, quienes desarrollan cursos tienen dificultad para combinar contenidos y herramientas de diferentes proveedores, los administradores de cursos no se pueden mover entre AA, y los cursos sólo pueden comunicarse con los sistemas en los que fueron desarrollados, es decir, existe dependencia con el AA origen.

Expresos los beneficios que trae consigo la estandarización y expuesta la problemática a la que se enfrentan la comunidad de usuarios, investigadores y consumidores de OA en México, en términos de interoperabilidad; se considera que la norma que se propone definir ayudará a solventar los problemas que hoy en día impiden que estas comunidades interoperen entre sí para compartir sus recursos educativos. Se considera de esta forma, ya que por las características que se propone que tendrá la propuesta de la norma, las comunidades que adopten la propuesta tendrán conocimiento de cuáles son los elementos que se deben estandarizar para crear posibilidades de lograr la interoperabilidad, sabrán cuáles son las propiedades, mecanismos y servicios que deben poseer las entidades de la interoperabilidad para que los OA sean interoperables en los sistemas, podrán determinar cuál es la capacidad que tienen para interoperar, así mismo, sabrán cuáles son las acciones que deben emprender

para incrementar sus posibilidades para interoperar.

1.8. Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles elementos es necesario estandarizar para que las instituciones del sector educativo mexicano logren interoperar entre sí?
- ¿Cuáles de los estándares y especificaciones internacionales deben tomarse como base para la definición de la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad?
- ¿Cuál es el nivel de estandarización requerido para habilitar la interoperabilidad de los entornos para OA de las instituciones mexicanas?
- ¿Cuáles son las propiedades, mecanismos y servicios que deben poseer las Entidades de la Interoperabilidad para que éstas posibiliten la interoperabilidad?
- ¿Cuál es formato y estructura que debe tener la propuesta de la norma mexicana?

1.9. Metodología

A continuación se describe la metodología que siguió este trabajo de investigación para lograr los objetivos planteados, para dar solución a la problemática expuesta.

1.9.1. Revisión del estado del arte

En esta fase inicial de la investigación se realizaron las siguientes actividades:

- Dado que la norma que se propuso definir estaría basada en estándares y especificaciones internacionales que auxilian la interoperabilidad, se hizo un amplio análisis documental de éstos con el propósito de caracterizarlos, identificar los aspectos y necesidades que cubren, para eventualmente determinar

cuáles podrían formar parte de la propuesta de la norma mexicana. Los estándares y especificaciones revisados fueron: IEEE LOM, Dublin Core, IMS Content Packaging, IMS Simple Sequencing, IMS Learning Design, SCORM, IMS Learning Tools Interoperability, IMS Digital Repository Interoperability, y Simple Query Interface.

- Se revisaron trabajos relacionados con la definición de estándares, especificaciones, modelos de referencia y perfiles de aplicación. Lo anterior, con el propósito de identificar los procesos para la definición de estos esquemas normativos.
- Se revisaron proyectos exitosos relacionados con la interoperabilidad para tomar nota sobre experiencias reportadas en la definición e identificar las necesidades que cubren estas propuestas normativas.
- Se buscó en la literatura cuáles son los elementos que se deben estandarizar para lograr la interoperabilidad dentro del contexto del eLearning. Entre los resultados más destacables se identificaron dos propuestas que fueron de interés para este trabajo; las propuestas de Fernández (2008), López-Guzmán (2005) y Anido et al. (2002).
- Se buscó en la literatura cuáles son los servicios y mecanismos con los que deben contar los ROA y AA para que éstos faciliten la búsqueda y recuperación de los OA.

1.9.2. Definición de la propuesta de la norma mexicana

El proceso seguido para la definición de la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad tomó como referentes genéricos el Proceso de Desarrollo de Estándares descrito en Friesen (2005) y lo expuesto en Alvarado et al. (2003), referente a la normalización, mismo que está sustentado en ISO (2002). Estas propuestas coinciden que para el desarrollo de estándares es necesario llevar a cabo un proceso de

normalización.

1.9.2.1. Prefacio del proceso de normalización / Recopilación de información

- Dado que se propuso definir una norma que cubriera los requerimientos de la comunidad de productores, investigadores y consumidores de OA en México, lo primero que se hizo en esta fase fue formar un grupo de instituciones a estudiar. Para lo anterior, se identificaron e invitaron a participar como parte del grupo de estudio a instituciones y grupos de investigación mexicanos que por su experiencia en la producción de las entidades de la interoperabilidad se les ha considerado referentes nacionales. Las instituciones que formaron el grupo de estudio fueron: el Grupo de investigación de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, el Centro de Alta Tecnología de Educación a Distancia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara y la Dirección de Educación Continua y a Distancia de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Se diseñó un instrumento de recopilación de información en materia de interoperabilidad. El instrumento se diseñó tomando como referente principal los puntos de coincidencia de las propuestas de Fernández (2008) y López-Guzmán (2005) sobre cuáles son los elementos que se deben estandarizar para lograr la interoperabilidad dentro del eLearning.
- Se realizó una investigación de campo exploratoria-descriptiva la cual incluyó:
 - Recopilación de información en materia de interoperabilidad. Para esta actividad se hicieron estancias en las instituciones del grupo de estudio, con el objetivo de recopilar información de primera mano. El método de recopilación de información en este punto fue a través de entrevistas

semi-estructuradas guiadas con el instrumento de recopilación antes mencionado. Las entrevistas fueron hechas a los miembros de los equipos de desarrollo y soporte tecnológico de las entidades de la interoperabilidad, y a los directivos y coordinadores de los programas educativos que utilizan las entidades de la interoperabilidad.

- Revisión de artículos científicos, documentos oficiales y consultas de páginas web de las instituciones. Esto con el propósito de complementar la información recopilada en las entrevistas. Por ejemplo, el detalle puntual de las metodologías utilizadas por las instituciones para el desarrollo de los OA.
- Exploración y uso de los entornos para OA. Esto con el propósito de probar las propiedades, mecanismos y servicios de las entidades de la interoperabilidad propiedad de las instituciones en estudio. Aunado a lo anterior, cuando fue posible, se probaron los OA en sistemas externos.
- Análisis de la información recopilada.

1.9.2.2. Proceso de normalización

Fase de caracterización para la identificación de prácticas y necesidades comunes

En esta fase se analizó con detalle la información recopilada hasta el momento.

- Se caracterizó la concepción que las instituciones tienen de las entidades de la interoperabilidad (definiciones adoptadas y definiciones propias).
- Se caracterizaron los esfuerzos que las instituciones realizan alrededor de los OA, ROA y AA, y se identificaron patrones asociados a las prácticas asociadas al desarrollo de éstos elementos.
- Se identificaron acciones que no realizan algunas instituciones (de acuerdo con lo que dice la literatura y que si realizan otras instituciones), y se identificaron

situaciones problemáticas que se presentan con algunas de las acciones que realizan y con algunas que no realizan.

Fase de investigación y Desarrollo

- A partir de los patrones identificados (coincidencias, divergencias y problemas) se identificaron los elementos que se deben estandarizar en el contexto mexicano, y se establecieron los aspectos normativos y recomendados de la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad.
- Se propusieron las definiciones para las entidades de la interoperabilidad y se establecieron las propiedades, mecanismos y servicios que deben poseer para que posibiliten la interoperabilidad.
- Se identificó el conjunto de acciones que se deben realizar alrededor de los OA, ROA y AA para que éstos posean las propiedades, mecanismos y servicios que posibiliten la interoperabilidad. Al conjunto de acciones se les denominó *Procesos de la interoperabilidad*.

Definición de la especificación

- Con los elementos definidos previamente se procedió a definir el Marco de Referencia de Interoperabilidad y la técnica para determinar la capacidad de interacción de las instituciones dedicadas al desarrollo de las entidades de la interoperabilidad.
- Por otra parte, y con el propósito de documentar la técnica para la definición de perfiles de aplicación, se definió un perfil de metadatos. Se optó por metadatos, por una parte por la importancia de estos elementos dentro de la interoperabilidad, por otra parte, porque se identificó que aún cuando tienen la necesidad, ninguna de las instituciones del grupo de estudio ha definido un perfil. El perfil se definió tomando como base el estándar IEEE LOMv1.0 y los requerimientos en materia de metadatos de la Red Mexicana de Investigadores

en Aprendizaje Móvil (ReMIAM); una comunidad que tiene la necesidad de describir OA destinados a utilizarse en dispositivos móviles. En general, para la definición del perfil se siguieron los pasos establecidos en la guía para la definición de perfiles de aplicación de metadatos del estándar LOM, CWA 15555 (guía documentada en Duval et al. (2006)). Las actividades sustanciales que se realizaron en la definición del perfil fueron las siguientes.

- Para la selección de los elementos de metadatos del esquema de LOMv1.0 se realizaron las siguientes acciones:
 - Se revisó un reporte técnico de los resultados de una encuesta internacional acerca del uso del estándar LOM que indica cuáles son los elementos de metadatos más utilizados, cuáles son los valores que se les asigna a estos elementos y cuáles son los elementos menos utilizados. El reporte está contenido en Friesen (2004).
 - Se revisaron 35 perfiles de aplicación del estándar LOMv1.0. Esta acción se realizó con el propósito de conocer cuáles son los elementos de metadatos que más se incluyen, excluyen y extienden en los perfiles de aplicación.
 - Se les preguntó a los miembros de la red ReMIAM cuáles son los elementos de metadatos del estándar LOMv1.0 que describen mejor sus recursos educativos móviles. La forma en la que se les preguntó fue aplicando un instrumento diseñado para recopilar información.
- Para cubrir los requerimientos en materia de metadatos de ReMIAM, y con la información obtenida en los dos puntos anteriores, se implementaron una serie de extensiones al estándar LOMv1.0.
- Por último se documentó formalmente el perfil junto con sus guías de uso.

Fase de consenso

En esta fase se enviaron las especificaciones a los grupos de estudio para que

revisaran las propuestas, sugirieran cambios o modificaciones, o en el mejor de los casos, dieran su visto bueno a las propuestas. Los documentos que se enviaron fueron el Marco de Referencia de Interoperabilidad junto con la técnica para determinar la capacidad de interoperación de las instituciones, y el perfil de aplicación de metadatos. El Marco de Referencia de Interoperabilidad se envió a las instituciones del grupo de estudio, y el perfil a la Red ReMIAM. En ambos casos y a raíz de los comentarios de los grupos fue necesario realizar modificaciones a las especificaciones.

1.9.3. Documentación formal de las especificaciones

Una vez que se consensaron las especificaciones propuestas, se procedió a documentar formalmente la propuesta de la Norma Mexicana para la Interoperabilidad. La propuesta de la norma se compone de tres volúmenes. El primero contiene el Marco Teórico de la Interoperabilidad, el segundo contiene el Marco de Referencia de la Interoperabilidad y en el tercero se documentan las prácticas que las instituciones del grupo de estudio implementan alrededor de las entidades de la interoperabilidad. Cabe mencionar que la técnica para la definición de perfiles de aplicación está contenida en el tercer volumen de la norma.

1.10. Organización del documento de tesis

En el Capítulo 1 se presentaron los conceptos teóricos que se considera que es necesario conocer para entender el sentido de la problemática que se abordó en el trabajo de investigación que se documenta. Se contextualizó a la interoperabilidad dentro del eLearning, resaltando cuáles son los elementos mínimos necesarios para intentar lograrla (entidades de la interoperabilidad); se abordó el tema de los estándares y especificaciones, y se describieron algunas propuestas que proponen los elementos que se deben estandarizar dentro del eLearning. Seguido de esto se describieron brevemente algunos de los estándares y especificaciones internacionales que auxilian la interoperabilidad. Posteriormente, se expuso la problemática que se abor-

dó en la investigación misma que radica en que las instituciones del sector educativo a la fecha no interoperan entre si, y que no hay un referente que indique que tan cerca están de lograrlo y las acciones que se podrían implementar para ello. Por último se describió la metodología seguida para solventar el problema de investigación.

En el Capítulo 2 se documentan las prácticas asociadas a las entidades de la interoperabilidad (OA, ROA, AA) que las instituciones mexicanas implementan con aras de lograr la interoperabilidad.

En el Capítulo 3 se documenta el proceso de normalización que se siguió para la obtención de los elementos normativos que sustentarían la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad. En este capítulo se caracterizan las prácticas implementadas por las instituciones alrededor de las entidades de la interoperabilidad, se identifican patrones asociados a las prácticas, se discuten las coincidencias, divergencias y problemas identificados en las prácticas, y a partir de esto se establecen elementos normativos y recomendados de la propuesta de la norma mexicana.

En el Capítulo 4 se presenta un Marco de Referencia para la Interoperabilidad en México, el cual indica los procesos que se tiene que implementar para lograr la interoperabilidad, y ayuda a determinar la capacidad para interoperar de las instituciones que trabajan con las entidades de la interoperabilidad.

Después en el Capítulos 5 se presentan las conclusiones a las que se llegó con la investigación realizada. Por último se describe el trabajo futuro, se listan y describen las aportaciones del trabajo de investigación y se listan los productos obtenidos.

Capítulo 2

Prácticas asociadas a las entidades de la interoperabilidad

En este capítulo se describen las prácticas que las instituciones en estudio implementan alrededor de los OA, ROA y AA. La información que se presenta incluye un amplio detalle de los procesos asociados al desarrollo y operación de sus recursos educativos digitales, y los sistemas que utilizan para el almacenamiento y entrega de los recursos. La información que se presenta, en parte, fue recopilada a través de un instrumento que se diseñó con este propósito (cuestionario), y esta información se complementó con información reportada en diferentes artículos y documentos a cargo de las instituciones.

2.1. Prácticas asociadas al desarrollo de Objetos de Aprendizaje

La información que se presenta de los OA gira alrededor de las siguientes cuestiones:

- Proceso que se sigue para el desarrollo de OA.
- Actores involucrados en el desarrollo de OA.

- Tecnologías utilizadas para el desarrollo de OA.
- Etiquetado y empaquetado de OA.
- Actores involucrados en la identificación de los metadatos.
- Estándares y tecnologías utilizadas para el etiquetado y empaquetado de OA.

2.1.1. Grupo de investigación de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

El Grupo de investigación de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (GOA-UAA) desarrolla sus OA bajo la *Metodología ADDIEOA* (Análisis, Diseño, Desarrollo, Evaluación e Implantación de un Objeto de Aprendizaje). La metodología está basada en el modelo de diseño instruccional AD-DIE y fue definida por Osorio et al. (2007).

Dentro de esta metodología un OA es considerado como la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje y un mecanismo de evaluación (L'Allier, 1997). Los autores de ADDIEOA mencionan que un OA puede estar integrado por un objetivo de aprendizaje, contenido informativo, actividades y autoevaluación, y que estos elementos deben estar integrados en un paquete y descritos con etiquetas de metadatos.

El desarrollo de los OA dentro de esta metodología está a cargo de los actores: *docente, alumnos, técnico y un grupo de expertos*. A continuación se describen brevemente las responsabilidades de los actores.

- *Docentes* (autores). Son quienes generan los contenidos educativos.
- *Docentes o alumnos* (usuarios). Son quienes utilizarán los OA ya sea para aprender a través de estos, o bien, para generar nuevos recursos.
- *Técnico (técnico de diseño)*. Son los encargados del diseño de páginas web y de las cuestiones técnicas computacionales.

- *Grupo de expertos* (evaluadores). Es un grupo que está integrado por docentes, técnicos y pedagogos que se encargan de evaluar los OA.

En la Figura 2.1 se muestran gráficamente las fases de la metodología ADDIEOA y las fases donde intervienen sus actores.

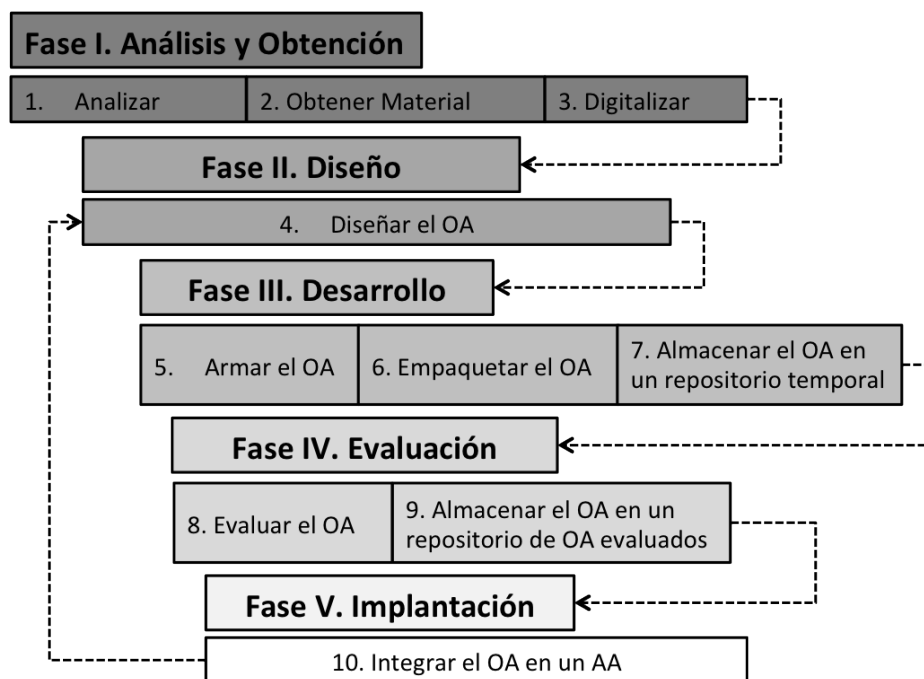


Figura 2.1: Fases de la metodología ADDIEOA (Osorio et al., 2007)

A continuación se describe en qué consiste cada una de las fases de la metodología.

Análisis y obtención En esta fase se identifica la necesidad de aprendizaje, se identifican los datos generales del OA a desarrollar y se obtiene el material didáctico para desarrollarlo. Esta fase a su vez se subdivide en los siguientes tres pasos:

- **Analizar.** El objetivo de esta actividad es dejar claro qué es lo que se quiere enseñar, a quiénes se les enseñará e identificar los datos generales del OA.
- **Obtener del material.** Este paso consiste en proveer el material didáctico para la construcción del OA. La naturaleza del material puede ser de diversa índole, puede provenir de impresos, libros, imágenes, películas, videos, materiales electrónicos, o incluso se pueden reutilizar un OA existente.

- Digitalizar. Este paso sólo se lleva a cabo si el material obtenido no se encuentra en formato digital.

Una vez que se realizan las actividades de la fase de análisis y obtención, se tiene como productos los datos generales que describen el OA a desarrollar, así como el material didáctico digitalizado.

Diseño En esta fase se hace un esquema general del OA para indicar cómo estarán interrelacionados sus elementos. En el diseño solo se arma la estructura del OA para lo cual es necesario que se identifiquen sus componentes, que de acuerdo con la metodología son:

- Objetivo. Aquí se retoma el objetivo de aprendizaje con el propósito de terminar de afinarlo.
- Contenido informativo: Se forma con los diversos materiales digitales que se obtuvieron en las fases de obtención y digitalización del material.
- Actividades. Es el conjunto de pasos y etapas que el alumno realizará con el objetivo de promover y facilitar su proceso de aprendizaje.
- Evaluación del aprendizaje. Son las actividades que evalúan los conocimientos. La evaluación se puede implementar mediante pequeños exámenes del contenido mostrado.
- Metadatos. Son los atributos que describen las características del OA. Para la descripción de los OA la metodología ADDIEOA sigue hacer uso de las categorías: *General, Ciclo de vida, Educacional, Derechos y Relación* del estándar IEEE-LOMv1.0.

Desarrollo Es la fase en la cual se arma la estructura general del OA elaborado en la fase de diseño. Esta fase finaliza con el almacenamiento del OA en un repositorio. A continuación se enlistan y describen las actividades que se deben realizar en la fase de desarrollo.

- Armar el OA. Consiste en integrar la estructura del OA en una página web. La metodología ADDIEOA recomienda hacer uso de plantillas o bien, cualquier software generador de código html o xml.
- Empaquetar el OA. Una vez que se tiene armado el OA, se procede a empaquetarlo. ADDIEOA recomienda empaquetar con el estándar SCORM. En esta etapa es donde se crean y editan los metadatos que describirán el OA. Para esta acción ADDIEOA recomienda que se haga uso de la herramienta *Reload*¹.
- Almacenar el OA en un repositorio temporal. Consiste en “subir” el OA empaquetado en un repositorio temporal. Los OA permanecen en este lugar hasta que son evaluados.

Evaluación Una vez que los OA hayan sido evaluados, la metodología sugiere que los recursos sean almacenados en un repositorio de OA evaluados. En esta metodología se indica que la evaluación no solo se centra en el objetivo de aprendizaje del OA, sino en todos los componentes que forman parte del recurso, considerando una serie de criterios a evaluar.

Implantación Esta fase hace referencia a la integración de los OA dentro de un AA, ya sea uno propietario o uno comercial. El propósito de la integración es que los OA puedan ser utilizados y reutilizados dentro de un determinado contexto. La metodología sugiere integrar los OA en un AA de *Moodle*.

2.1.2. Centro de Alta Tecnología de Educación a Distancia de la UNAM

El Centro de Alta Tecnología de Educación a Distancia de la Universidad Nacional Autónoma de México (CATED-UNAM) desarrolla sus OA bajo la metodología denominada *Metodología de diseño de unidades didácticas basadas en Objetos de*

¹Disponible en: <http://www.reload.ac.uk/>

Aprendizaje. La metodología fue desarrollada por el CATED y por el CUAED, ambos centros de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Dentro de esta metodología un OA es considerado como un recurso educativo digital que representa unitariamente una entidad de conocimiento para ser utilizado, reutilizado o referenciado durante el aprendizaje. Está descrito en los metadatos que especifican su contenido, estructura, operatividad y relación con otros objetos; se construye a partir de dimensiones epistemológicas, psicopedagógicas y tecnológicas; compuesto esencialmente de un objetivo, contenidos, actividades y evaluaciones (Sánchez, 2006).

Sánchez et al. (2007) mencionan que esta metodología no solo se ubica en el diseño y desarrollo del OA, sino que abarca desde la etapa de análisis y formación hasta la evaluación de la eficacia didáctica de los recursos. Dentro del análisis y formación se delimita el contenido y las características del contexto que harán del OA un material reutilizable, clasificable, interoperable, así como la inclusión de pruebas antes de su uso.

El desarrollo de los OA dentro de esta metodología está a cargo de un grupo multidisciplinario formado por los actores: *experto en contenidos, diseñador instruccional, diseñador gráfico y experto en computación web*. Enseguida se describen las responsabilidades de estos actores.

- *Experto en contenidos* (profesor experto en el tema y contenidos). Este actor aportará las temáticas, objetivos y contenidos para el OA que se desea diseñar, y trabajará durante todo el proceso con el grupo de desarrollo multidisciplinario.
- *Diseñador Instruccional* (experto en educación basada en tecnologías de información y comunicación). Facilita al experto en contenidos la estructuración del conocimiento.
- *Diseñador Gráfico*. Se encarga de la presentación y ergonomía de la interfaz de navegación del OA.

- *Experto en computación web.* Está a cargo de la reedición de contenidos multimedia interactivos.

El desarrollo de OA dentro de la metodología primero pasa por el desarrollo de unidades didácticas (UD), y posteriormente éstas se convierten en OA. El desarrollo se realiza en dos grandes fases interrelacionadas: fase pedagógica, donde se diseña la UD, y la fase tecnológica, donde se estandariza la UD como OA. En la Figura 2.2 se muestran las fases del desarrollo de OA junto con sus sub-fases.

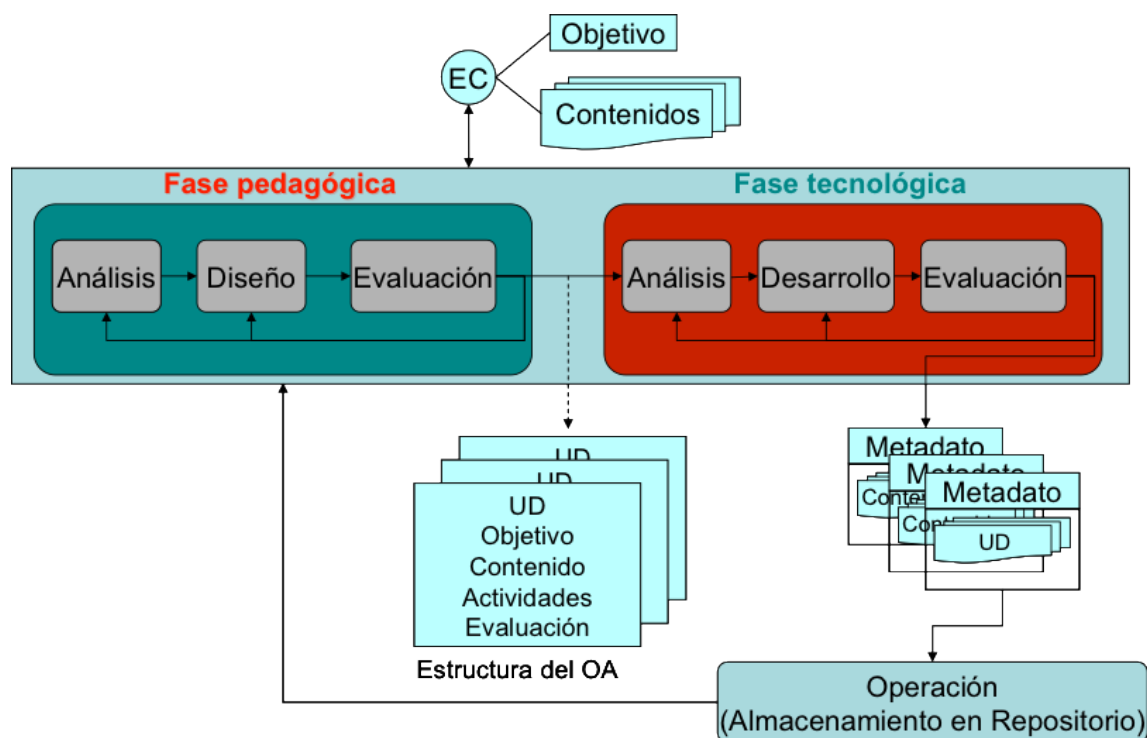


Figura 2.2: Fases del desarrollo de OA de la metodología CATED-UNAM (Sánchez, 2006)

De acuerdo con la figura, la fase pedagógica se divide en análisis, diseño y evaluación de las UD, y la fase tecnológica en análisis, desarrollo y evaluación de OA. A continuación se describe de manera general las acciones que se realizan en las fases.

Fase pedagógica

- **Análisis y diseño:** En estas fases se determina la pertinencia de la UD que se pretende diseñar, y se analizan y diseñan los componentes didácticos de la

UD. Las actividades que se realizan para lograr este fin son las siguientes:

- Mediante la aplicación de instrumentos se conoce la pertinencia y necesidad de la UD a implementar, así como las características de la población de impacto.
 - Se analiza la estructura de los objetivos de aprendizaje y se seleccionan, estructuran y diseñan los contenidos de la UD.
 - Se diseñan y desarrollan las actividades de aprendizaje que eventualmente permitirán alcanzar los objetivos que se establezcan.
 - Se diseñan las actividades de evaluación, tomando en cuenta los objetivos establecidos, así como la articulación de las actividades de aprendizaje con los contenidos.
 - Se seleccionan y diseñan los recursos didácticos que formarán parte del OA (imágenes, animaciones, video, textos).
 - Se seleccionan los medios que apoyen los objetivos (medios impresos, medios informáticos, medios audiovisuales y medios temáticos).
- **Evaluación interna:** Una vez diseñado y estructurado el OA como UD, en esta etapa se valida la pertinencia y coherencia de cada uno de sus componentes (objetivos, contenidos, actividades de aprendizaje, recursos de apoyo y evaluaciones), antes de que éste pase a una fase tecnológica en donde será desarrollado el OA, como tal. La validación se hace a través de una serie de criterios que deben cumplir los componentes de la UD.

Fase tecnológica En esta etapa se estandariza la UD como OA. Las actividades que se realizan en esta fase son llevadas a cabo de manera colaborativa entre el experto en contenido y el equipo de especialistas: diseñador instruccional, diseñador gráfico y experto en computación web. En esta fase se reeditan los contenidos, para lo cual es necesario el apoyo de especialistas en diseño gráfico, interfaces, ergonomía y

en programación web. A continuación se describen las etapas en las que se subdivide la fase tecnológica.

- **Desarrollo Web:** Esta etapa implica realizar primordialmente dos actividades: el diseño gráfico de interfaz y la programación web. Llevar a cabo el desarrollo web implica una estrecha colaboración entre el diseñador gráfico y el programador, cuyos esfuerzos de colaboración tienen como propósito la traducción o conversión del diseño instruccional a páginas web con recursos multimedia e interactivos. Enseguida se describen las actividades principales que se realizan en el desarrollo web:

- **Diseño Gráfico de interfaz:** Una vez que la fase pedagógica presenta la UD, es necesario determinar si el OA solo se compondrá de páginas en formato html, o contendrá multimedios como swf, mpg, mov, entre otros. Así mismo es necesario definir si el OA será modificable y hasta qué punto puede serlo, dependiendo del lenguaje que se utilice para desarrollarlo.
- **Programación web:** En general, el proceso de programación web inicia cuando se recibe el guión instruccional y se analiza para determinar cuáles recursos deben de ser programados. Esta actividad demanda interactuar de manera estrecha con el diseño gráfico de interfaz para transformar a formato web los distintos elementos especificados en el guión instruccional, donde cada pantalla del guión representa una página web.

- **Implementación del OA:** Esta etapa tiene como finalidad la creación del OA, las actividades que se realizan son las siguientes:

- Encapsular los recursos de manera que estos se conviertan en una unidad autónoma; dicho de otra forma, implica hacer el empaquetado junto con el etiquetado de los recursos que forman parte del OA.
- Ajustarse a estándares para garantizar la interoperabilidad de los OA con distintos AA. Para el empaquetado se utiliza el estándar SCORM y para

el etiquetado el estándar LOM-IMS.

- Almacenar el objeto y permitir hacer búsquedas sobre los metadatos a través de un ROA.
- **Evaluación externa:** En esta evaluación se analizan aspectos relacionados con: intenciones educativas, bases psicopedagógicas, atención a la diversidad y aspectos formales. El proceso de evaluación requiere realizar pruebas piloto con grupos muestra que cumplan el perfil del usuario final.
- **Liberación:** La etapa de liberación implica que el OA ya ha sido evaluado y aprobado y que está en posibilidad de ponerse a disposición del usuario final, es decir, el estudiante. Para ello es necesario que los OA estén ubicados en repositorios de objetos y plataformas educativas. En esta etapa el OA se publica en los entornos para OA para que este disponible para su uso.
- **Evaluación del impacto:** Una vez que se han liberado los OA y colocados en repositorios y plataformas educativas (AA), es importante dar seguimiento al uso que se les está dando por parte de los usuarios finales (estudiantes) y su impacto. Por lo tanto, es necesario que el equipo de desarrollo de OA considere el diseño y aplicación de instrumentos que permitan la recopilación de la información para su análisis y evaluación.

2.1.3. Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara

El Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara (UDG-virtual) desarrolla sus OA bajo la metodología denominada: *Metodología para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje basados en Patrones*. En el contexto de esta metodología un OA es una entidad informativa digital creada para la generación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, y que cobra sentido en función del sujeto que lo usa. Los elementos que debe tener un OA para ser considerado como

tal son prerequisites, objetivo de aprendizaje, contenido informativo, actividades y elementos para la evaluación del conocimiento aprendido.

La metodología establece desarrollar OA a partir de patrones. Un patrón es la parte común de los OA que constituye una parte aplicable en diversas situaciones de aprendizaje y que puede modificarse para adaptarse a nuevas situaciones (Delgado et al., 2007). El patrón es una estructura genérica, es el contenedor para diversas sustancias informativas y que junto con ellas da forma al objeto. Los actores que participan en esta metodología son: *pedagogo*, *experto en contenidos*, *diseñador gráfico* y *programadores*.

En la Figura 2.3 se muestra el esquema del proceso de producción de patrones. En la figura se puede apreciar que el proceso está dividido en seis fases (parte central de la figura, en los lados del hexágono) y que se hace uso de varias herramientas (periferia de la figura).

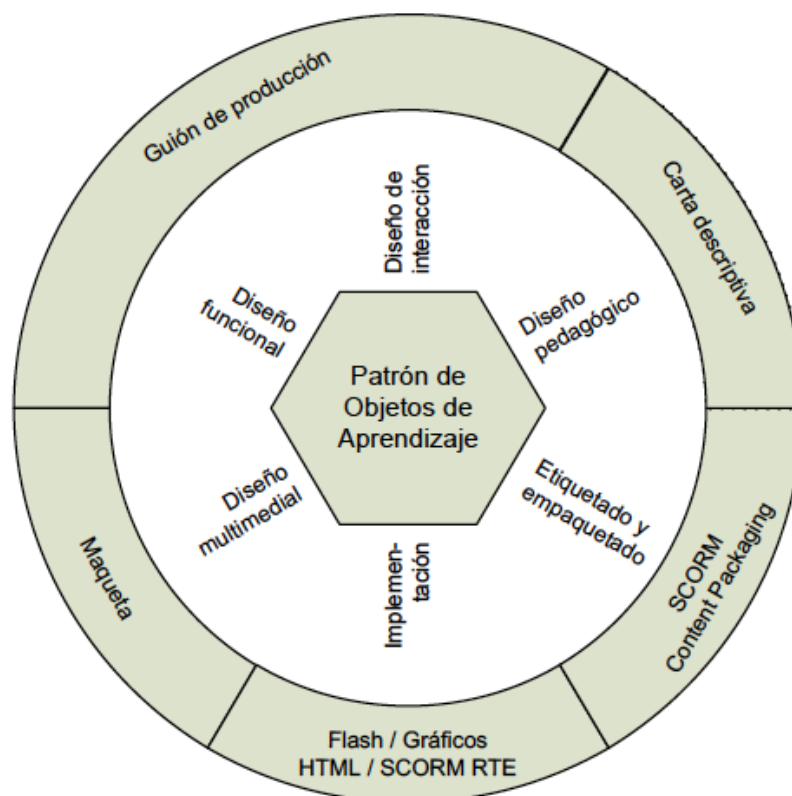


Figura 2.3: Fases y herramientas para la producción de patrones de OA (Delgado et al., 2007).

Enseguida se describe en qué consisten las fases del desarrollo de patrones mostradas en la figura.

Fases para el Desarrollo de patrones para OA

- **Diseño pedagógico.** Conduce a la especificación de los objetivos de aprendizaje, es decir las competencias y habilidades a desarrollar, la estrategia y tácticas pedagógicas, las experiencias de aprendizaje y otros aspectos educativos del patrón y sus objetos derivados.
- **Diseño de interacción.** Hace referencia al dialogo que habrá entre el usuario y los OA derivados del patrón, además de las acciones que cada uno tiene a su disposición y las posibles secuencias de ejecución.
- **Diseño funcional.** Produce una especificación de las condiciones de operación de los OA derivados del patrón y funcionalidades adicionales a la educativa que serán observadas por los usuarios de los OA.
- **Diseño multimedial** (diseño gráfico). Establece las características de la presentación de los OA derivados del patrón a sus usuarios en los diferentes medios que se utilicen.
- **Implementación.** En esta fase se concreta el diseño del patrón en un objeto tecnológico con mecanismos específicos para la producción de OA conformes con el patrón.
- **Etiquetado y empaquetado.** Los autores de esta metodología mencionan que estas dos actividades producen en conjunto: una descripción resumida del patrón y sus potenciales objetos derivados, una guía para la construcción de OA a partir del patrón y uno o varios OA de ejemplo. Estos elementos son integrados en un paquete intercambiable para su publicación y distribución (paquete SCORM).

Herramientas utilizadas en la producción de patrones para OA

- **Carta descriptiva:** La carta descriptiva del patrón contiene una breve descripción de éste, de la competencia que desarrolla, de las habilidades involucradas y de la descripción del producto esperado. Aquí se vacía el resultado del diseño pedagógico.
- **Guión de producción y maqueta:** El guión y la maqueta son herramientas de diseño para la especificación del diseño de un patrón tomando como base la especificación pedagógica del patrón, producida como resultado de la etapa de diseño pedagógico y vertida en la carta descriptiva. El guión de interacción contiene la especificación de alto nivel de la interacción entre el alumno y el patrón, la cual se desglosa en pantallas. La maqueta de producción es una descripción gráfica simplificada de lo que será el patrón, pantalla por pantalla. En la maqueta se definen los espacios para los recursos mediáticos e informativos empleados, las instrucciones requeridas y el proceso lógico del patrón. A su vez, el guión y la maqueta sirven como especificación de diseño a la fase de implementación del patrón, en donde se utiliza código *html*, animaciones Flash, el Ambiente de Ejecución de SCORM y contenidos multimedia para construir el patrón. La configuración de recursos digitales (archivos y directorios) producidos en la fase de implementación es etiquetada con los metadatos que pueden ser provistos en esta etapa, previo a la producción de OA, y empaquetada con base en estándares y modelos internacionales, es decir, IEEE LOM y SCORM respectivamente.

Desarrollo de Objetos de Aprendizaje a partir de patrones Una vez que se cuenta con los patrones para OA se procede a la elaboración de OA. En la Figura 2.4 se muestra el proceso de desarrollo de OA a partir de patrones.

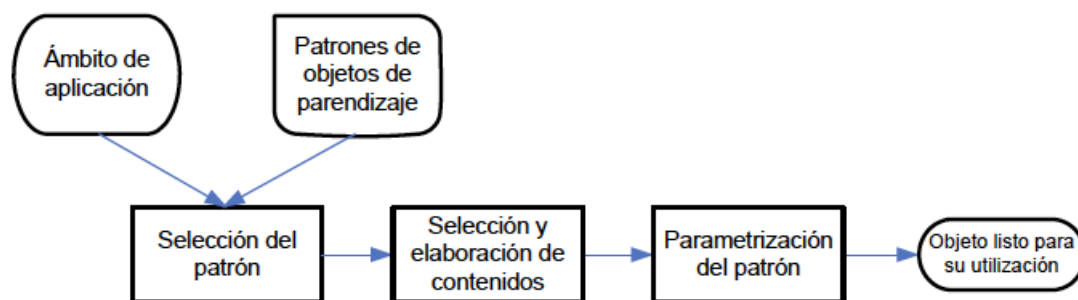


Figura 2.4: Proceso de producción de OA a partir de patrones (Delgado et al., 2007).

El proceso ilustrado en la Figura 2.4 indica que antes de la selección de un patrón se debe tener en cuenta el ámbito de aplicación que tendrá el OA a elaborar. Posteriormente se determina si los patrones con los que se cuenta cumplen con esta característica y de ser así, se selecciona uno. Después, se elaboran las instrucciones del OA, se definen los recursos informativos y mediáticos que se van a incluir en el OA, y por último, en la fase de parametrización del patrón se edita un archivo *xml* que contiene textos modificables del OA.

Aún cuando en la Figura 2.4 no aparece una fase de evaluación, cabe mencionar que entre la selección y elaboración de contenidos y la parametrización, existe un flujo circular cuyo objetivo es evaluar continuamente el desarrollo del OA, y de esta forma los recursos cumplan con los objetivos para los cuales son diseñados. Otra fase que no se muestra en la figura pero que también se lleva a cabo es el almacenamiento de los OA, y esto se hace en la Biblioteca Digital de la UDG una vez que los OA están listos para su uso y reuso.

2.1.4. Dirección de Educación Continua y a Distancia de la UAEMex

Al momento de realizar el estudio para conocer el proceso bajo el cual desarrollaban los OA las instituciones, la Dirección de Educación Continua y a Distancia de la Universidad Autónoma del Estado de México (DECyD-UAEMex) se encontraba definiendo y documentando algunos detalles de la metodología. No obstante, nos

proporcionó la información y documentación con la que contaban a esa fecha. Por otra parte, nos describió el proceso de desarrollo que seguían a la fecha, proceso que estaba ya muy cercano a la metodología que documentaban. Por lo anterior, primero se describirá la metodología y posteriormente el proceso de desarrollo para la generación de sus recursos educativos seguido hasta ese momento.

Metodología para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje Dentro de esta metodología un OA es considerado como un conjunto de materiales digitales con un fin educativo, compuesto por un objetivo de aprendizaje, contenido, actividades de aprendizaje, evaluación y metadatos. Las fases para el desarrollo de OA en las que se divide la metodología son: *definición y obtención de información, diseño y producción, integración y empaquetado, y evaluación*. En la Figura 2.5 se muestra un diagrama que modela la secuencia de ejecución de las fases mencionadas e indica las actividades que se realizan en cada fase. En la figura se observa que la metodología sugiere una fase de retroalimentación entre la evaluación y el diseño y producción de OA, la cual evidentemente se realizará en caso de que los OA desarrollados no pasen la fase evaluación.



Figura 2.5: Metodología para el desarrollo de OA (UAEMex, 2010).

Los actores propuestos por esta metodología son: *autor*, *pedagogo*, *tecnólogo*, *comunicólogo* y *diseñador gráfico*. El comunicólogo es un actor nuevo hasta ahora, ya que en ninguna de las metodologías descritas lo habían incluido. Este actor se encarga de dar consejos sobre las mejores formas de mostrar los contenidos a los usuarios finales.

En la tabla contenida en la Figura 2.6 se presentan las fases de la metodología y las etapas de cada una de las fases. El propósito de mostrarlas de forma tabulada es para indicar los productos esperados en cada etapa y las etapas que realizan los actores sugeridos por la metodología. En la primera columna de la tabla se presentan las fases de la metodología, en la segunda las etapas de las fases, en la tercera los productos esperados en las etapas, y en la cuarta se indica los actores que intervienen en las etapas de la metodología.

Fase	Etapas	Productos	Actores
1. Definición y obtención de la información.	1. Definición del OA.	Definición del OA.	Autor.
	2. Análisis, obtención y digitalización de la información.	Relación de elementos de información.	Autor, Tecnólogo.
2. Diseño y producción	3. Diseño instruccional.	Plantilla DI.	Autor, pedagogo.
	4. Diseño funcional y de interacción.	Guión de interacción y carta funcional.	Autor, tecnólogo, comunicólogo.
	5. Diseño multimedial.	Relación de elementos e información complementaria.	Autor, tecnólogo, diseñador gráfico.
3. Integración y empaquetado	6. Integración de los elementos de los OA.	OA integrado.	Autor, tecnólogo, diseñador gráfico.
	7. Etiquetado y Empaquetado.	OA empaquetado.	Autor, tecnólogo.
4. Evaluación	8. Evaluación del OA.	Matriz de valoración.	Pedagogo, comunicólogo.
	9. Publicación.	OA en repositorio.	Tecnólogo.

Figura 2.6: Fases y etapas de la metodología para el desarrollo de OA de la UAEMex.

Proceso de desarrollo de materiales digitales orientados a OA Entre el pedagogo y experto en contenidos preparan un guión para detallar las especificacio-

nes deseadas del recurso a desarrollar. Posteriormente, el guión se le hace llegar a los programadores (tecnólogos) para que éstos desarrollen el recurso digital. El programador cuenta con un equipo de diseñadores gráficos y un comunicólogo, que en conjunto con el programador desarrollan los recursos digitales. Una vez que se tiene terminados los recursos digitales se procede a la fase de etiquetado de los mismos. Para el etiquetado se hace uso de un perfil de aplicación de metadatos del estándar IEEE-LOMv1.0. Posterior a esto se procede a alojar los recursos digitales en una plataforma quedando éstos en un estado de validación, lo cual indica que aún no están disponibles para su uso. Por último, los expertos en contenidos y el comunicólogo realizan la validación de los recursos digitales, y de esta forma queden listos para ser utilizados dentro de los programas de educación a distancia.

2.2. Prácticas asociadas a los entornos para Objetos de Aprendizaje

La información que se presenta alrededor de los entorno para OA está asociada a las siguientes cuestiones:

- ¿Dónde son almacenados los OA que se desarrollan?
- ¿Se cuenta con Repositorios de OA?
- ¿Bajo que estándares y especificaciones trabaja el Repositorio de OA?
- ¿Con cuáles mecanismos y servicios cuenta el repositorio para facilitar el acceso a los OA?
- ¿Se cuenta con Ambientes de Aprendizaje?
- ¿El Ambiente de Aprendizaje es de software libre, comercial o desarrollo a la medida?

- ¿Con cuáles mecanismos y servicios cuenta el Ambiente de Aprendizaje para facilitar el uso de los OA?
- ¿Bajo cuáles estándares y especificaciones trabaja el Ambiente de Aprendizaje?
- ¿Los repositorios y ambientes cuentan con mecanismos para comunicarse con sistemas externos?
- ¿Qué tecnologías, estándares y especificaciones se utilizan para lograr la comunicación con sistemas externos?

2.2.1. Grupo de investigación de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

El Grupo de Investigación de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (GOA-UAA) cuenta con un ROA desarrollado a la medida y está destinado exclusivamente para el almacenamiento de OA. Además, cuentan con un AA basado en el LMS de Moodle, destinado para la oferta de algunos cursos de la universidad. A continuación se describen los detalles de los entornos para OA.

Descripción de los entornos

- *Repositorio de Objetos De aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (REDOUAA)*. Es un desarrollo a la medida utilizado para almacenar los OA desarrollados por esta institución. Las características del repositorio son las siguientes:
 - Almacena 150 OA estandarizados bajo SCORM. Dato oficial al momento de la recopilación de información.
 - Permite crear sesiones de usuario al público en general, lo cual es muy valioso ya que cualquier persona puede tener acceso a los OA de la institución.

- Permite visualizar los OA que almacena.
 - Permite descargar los OA que almacena.
 - Permite crear una lista de almacenamiento de recursos, misma que estará disponible la siguiente vez que se inicie sesión.
 - Permite buscar OA de manera global, por orden alfabético, por categorías y federada (permite buscar OA dentro de una red de repositorios).
 - Permite el despliegue y uso de OA empaquetados bajo el estándar SCORM. Esto es posible porque el ROA incorpora el Ambiente de Ejecución de SCORM.
 - Forma parte de Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje (LACLO), lo cual permite compartir sus OA y enriquecer los cursos que se ofertan bajo la plataforma Ablose UAA de la institución (Muñoz et al., 2007).
 - Está desarrollado bajo PHP con la base de datos de *MySQL*.
- *AA Ablose-UAA*. Plataforma educativa dedicada a dar soporte a la modalidad educativa presencial. Las características que distinguen a esta plataforma son:
- Es un LMS de Moodle.
 - Cuenta con un módulo que implementa la especificación SQI, lo cual permite realizar búsquedas de OA dentro del Repositorio Latinoamericano de Objetos de Aprendizaje (LA FLOR, por sus siglas en inglés de Latin American Federation of Learning Object Repositories). Muñoz et al. (2007) mencionan que lo anterior hace de esta plataforma también un ROA distribuido virtual, el cual publica sus OA a través de los metadatos que los describen.

Estándares y especificaciones bajo los cuales trabajan los entornos

- *Repositorio REDOUAA*. El repositorio trabaja con los estándares internacionales IEEE-LOM y SCORM, y con la especificación SQI. A continuación, se describe el uso de cada uno de éstos.
 - IEEE-LOM. Es utilizado para permitir búsquedas de OA a través del esquema de metadatos de este estándar.
 - SCORM. Es utilizado para permitir el despliegue y uso de los OA empaquetados. La parte del estándar SCORM que posibilita el despliegue es el Ambiente de Ejecución. En teoría, el hecho de que el repositorio sea compatible con SCORM permite ejecutar cualquier OA compatible con la norma.
 - SQI. El propósito de agregarle el módulo de SQI a REDOUAA fue para que éste formara parte de federación LA FLOR.
- *AA Ablose-UAA*. Este AA trabaja con el estándar SCORM y la especificación SQI. A continuación se describen sus usos.
 - SCORM. Por el hecho de que el AA sea un LMS de Moodle, implícitamente integra un módulo que integra el Ambiente de Ejecución de SCORM. Este módulo permite el despliegue y uso de OA empaquetados bajo SCORM.
 - SQI. La implementación de esta especificación dentro del AA permite realizar búsquedas de OA dentro de la federación LA FLOR.

2.2.2. Centro de Alta Tecnología de Educación a Distancia de la UNAM

La principal tecnología utilizada por esta institución es el ambiente CCOBA (Colaboración para la Construcción de Objetos de Aprendizaje) el cual fue diseñado

con base en la *Metodología de diseño de unidades didácticas basadas en Objetos de Aprendizaje* (ver Sección 2.1.2).

Descripción de los entornos El ambiente *CCOBA* es un desarrollo a la medida, es un ambiente de trabajo colaborativo cuyo funcionamiento básico es dar soporte a expertos en las áreas pedagógica, de diseño y programación web, en los procesos de análisis, diseño y desarrollo de unidades didácticas orientadas a la construcción de OA bajo los estándares IMS y SCORM. A continuación, se enlistan y describen las características del ambiente.

- Permite el diseño de unidades didácticas basadas en una organización conceptual y bajo estándares definidos para OA.
- Se diseñó en base a la *Metodología de diseño de unidades didácticas basada en OA*, razón por la cual brinda apoyo a los expertos en contenidos y equipo de desarrollo de recursos educativos, en el etiquetado y empaquetado de las unidades didácticas como OA.
- Está desarrollado en PHP con base de datos MySQL en la mitad de sus módulos, el resto están desarrollados en Java.
- La gestión de OA dentro del ambiente esta soportada por los siguientes módulos:
 - *Editor*. Módulo para la recolección de metadatos, agregación, organización, secuenciación y empaquetado de OA.
 - *Galería de Objetos Educativos*. Permite hacer una vista previa del OA y a partir de esto, se pueden evaluar los elementos, funcionalidad y apariencia de los OA.
 - *Plataforma de aprendizaje SIGEC*. Permite crear y administrar programas educativos en línea haciendo uso de OA. SIGEC cuenta con he-

ramientas de comunicación, información, operación, además de recursos para dar soporte a los usuarios de la plataforma.

- *Repositorio*. Permite almacenar OA y recursos digitales, y permite la búsqueda y utilización de OA y recursos. La búsqueda se puede hacer por título, área, o avanzada. En esta última es posible buscar OA a través de todos los elementos de metadatos del estándar LOM.

Como nota adicional cabe destacar que los módulos editor, la plataforma SIGEC y el repositorio se desarrollaron bajo el editor Reload, el LMS de Moodle y el repositorio eRib (eduSource Repository in a Box), respectivamente (Sánchez et al., 2007).

Estándares y especificaciones bajo los cuales trabajan los entornos Los estándares bajo los cuales trabajan los módulos del Ambiente *CCOBA* son, LOM y SCORM. A continuación se describe el uso de cada uno de éstos.

- LOM. El esquema de metadatos de éste estándar está incrustado en el módulo de edición de OA del ambiente *CCOBA* con el propósito de recolectar continuamente los metadatos que describirán los OA que se desarrollen. Por otra parte ROA trabaja bajo el esquema de LOM y esto permite realizar búsquedas de OA a través de todos los elementos de metadatos del estándar.
- SCORM. Utilizado en el módulo de edición de OA, a través del editor Reload, para la organización, secuenciación y empaquetado de las unidades didácticas. Adicionalmente el repositorio y galería de OA implementan el Ambiente de Ejecución de SCORM para poder desplegar los OA. Por último, SCORM se utiliza en la plataforma SIGEC ya que esta está basada en un LMS de Moodle.

2.2.3. Sistema de Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara

Esta institución hace uso de cuatro entornos; tres son desarrollos a la medida, y el cuarto es un LMS de Moodle. Las tecnologías utilizadas son la Biblioteca Digital, el Ambiente AVA, un LMS Moodle y el Ambiente Metacampus. Enseguida se describen los detalles de cada una de estas tecnologías.

Descripción de los entornos

- *Biblioteca Digital.* La *Biblioteca Digital de la UDG* (wdg biblio) es un desarrollo a la medida desarrollado con software de código abierto. Es un servicio de la red de bibliotecas que se apoya en las nuevas tecnologías para ofrecer el acceso de forma organizada a sus recursos informativos, se pueden consultar bases de datos, libros, revistas y tesis en formato digital. A continuación, se enlistan las características y servicios de la biblioteca.
 - Es el lugar donde se almacenan los OA desarrollados por la institución, ya que ésta no cuenta con un repositorio exclusivo para el almacenamiento de estos recursos.
 - Desarrollada bajo el repositorio *DSpace*².
 - Está dirigida a toda la comunidad de la universidad.
 - Ofrece acceso al acervo digital de la institución.
 - Permite el almacenamiento de OA y recursos digitales (recursos utilizados en los cursos de educación a distancia). La biblioteca permite esta opción ya que está abierta para almacenar cualquier tipo de acervos.
- *AVA.* Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA). Es un AA desarrollado a la medida cuyo objetivo es facilitar el desarrollo de programas académicos en línea. A continuación se describen las principales características del AVA.

²Disponible en: <http://www.dspace.org/>

- Se desarrolló con base al modelo educativo de la UDG.
- Se desarrolló en PHP y utiliza la base de datos de *MySQL*.
- Está compuesto por los módulos:
 - Un portal orientado a la gestión del conocimiento cuyos propósitos son: facilitar la comunicación entre los miembros de una comunidad de aprendizaje y facilitar el acceso y distribución de información. Cuenta con las herramientas: acervos, equipos, portafolio, evaluación, foro, participantes, preguntas frecuentes (FAQ) y agenda.
 - Un gestor de cursos en línea el cual permite a los usuarios acceder a sus cursos en línea. El gestor está basado en un modelo educativo constructivista donde el eje son las actividades para el aprendizaje y no la información en sí misma.
- *LMS Moodle*. Este LMS es utilizado para apoyar a los cursos presenciales asistidos por computadora.
- *Ambiente Metacampus*. El metacampus es un desarrollo a la medida de las necesidades de la UDG Virtual, combina las plataformas Biblioteca Digital, AVA y LMS de Moodle, con el propósito de generar un ambiente facilitador del conocimiento autogestivo. A continuación se enlistan algunas de las características del metacampus.
 - En este AA los alumnos inscritos pueden realizar todos los trámites administrativos y académicos para la acreditación de los cursos.
 - Ofrece herramientas de búsqueda de acervos, acceso a correo electrónico, biblioteca virtual, publicaciones electrónicas y museos virtuales.
 - Está desarrollado bajo la tecnología JAVA Enterprise Edition y utiliza la base de datos PostgreSQL.

Estándares y especificaciones bajo los cuales trabajan los entornos

- *Biblioteca digital*. Este entorno está desarrollado bajo el repositorio de *DSpace*, por lo tanto, tiene incluido el esquema de metadatos del estándar Dublin Core. El esquema es utilizado para describir y almacenar las características de los recursos digitales que se alojan en la biblioteca.
- *AVA*. Este ambiente no trabaja bajo ningún estándar o especificación.
- *LMS Moodle*. Por ser un LMS de Moodle implícitamente integra un módulo que permite importar, desplegar y utilizar paquetes SCORM.
- *Metacampus*. Este ambiente no trabaja bajo ningún estándar o especificación.

2.2.4. Dirección de Educación Continua y a Distancia de la UAEMex

La tecnología principal que utiliza esta institución es el *Portal de Servicios Educativos SEDUCA* mismo que se desarrolló con base a las características de los programas de educación a distancia que oferta la institución. En las siguientes líneas se describen las características del portal SEDUCA.

Descripción de los entornos

- Es una herramienta de apoyo a la educación y la comunicación basada en Internet. Tiene el propósito de brindar servicios de ayuda a las diversas modalidades educativas que ofrece la UAEMex, así como facilitar la comunicación en aspectos académicos y de investigación (Contreras y Carpiette, 2010).
- Organiza sus servicios en comunidades virtuales las cuales pueden corresponder a grupos en planes de estudios escolarizados, educación a distancia, educación o capacitación continua, así como a grupos de personas organizadas para el desarrollo de trabajos de investigación o comunicación educativa.

- Los servicios que ofrece a los miembros de sus comunidades son: actividades, portafolios, materiales de apoyo, avisos, wiki, correo, chat, configuración, reportes, evaluación y banco de reactivos y glosario.
- Es el ambiente en donde se almacenan los recursos digitales desarrollados por la institución.

Estándares y especificaciones bajo los cuales trabajan los entornos Al momento de hacer el estudio, el portal *SEDUCA* no trabajaba bajo ningún estándar. No obstante, los administrativos y coordinadores mencionaron que ya se desarrollaba un mecanismo que permitiría la búsqueda de materiales digitales a través de los metadatos del estándar LOM, ya que como se mencionó en secciones anteriores, los contenidos educativos desarrollados por esta institución son etiquetados con un perfil de aplicación de este estándar.

2.3. Premisas sobre intenciones de interoperar de las instituciones

Aún cuando no está dentro del alcance de este capítulo analizar a detalle las prácticas que las instituciones implementan alrededor del desarrollo y operación de las entidades para la interoperabilidad, hay algunos aspectos clave que permiten dibujar los intereses y esfuerzos que se realizan para lograr la interoperabilidad; aspectos que se discuten en los siguientes párrafos.

Entre los aspectos sobresale el hecho de que las instituciones cuentan con procesos sólidos para el desarrollo de OA, y los esfuerzos que realizan dentro del desarrollo de los OA dejan ver que hay interés por interoperar. El interés salta a la vista al analizar que todas las metodologías incluyen una fase de estandarización de los recursos, y todas incluyen fases destinadas para etiquetar y empaquetar los OA y lo hacen con estándares internacionales que auxilian a la interoperabilidad.

En cuanto a los entornos para OA se observan grandes diferencias con respecto a los mecanismos y servicios que éstos ofrecen para la accesibilidad de los OA. El grupo GOA-UAA cuenta con entornos que poseen diversos mecanismos y servicios para el acceso y uso de los OA estandarizados, incluso acceso desde sistemas externos. El centro CATED-UNAM cuenta con una plataforma con módulos independientes para el acceso y uso de OA estandarizados. No obstante, las instituciones DECyD-UAEMex y la UDGvirtual almacenan sus OA en sistemas cuyo acceso y uso de los OA estandarizados es un tanto limitado. Se considera que los sistemas tienen esta característica porque no es posible hacer búsquedas especializadas de los recursos y porque las plataformas no trabajan bajos estándares y especificaciones que permitan el despliegue de los recursos estandarizados. Entonces:

- Los entornos para OA de la UAA cuentan con mecanismos y servicios para comunicarse con sistemas externos. Sin embargo, al parecer los esfuerzos provienen de un grupo de investigación, por lo que se intuye que institucionalmente no hay iniciativas que promuevan o apoyen uso de OA.
- En el caso del CATED-UNAM la perspectiva cambia; el centro cuenta con sistemas especializados que aseguran el acceso institucional a los OA, y en este caso el interés por el desarrollo y uso de los OA si proviene de iniciativas institucionales dado que es un centro especializado de desarrollo de recursos digitales de la UNAM. En este caso se caracteriza al acceso como institucional, dado que los sistemas no cuentan con mecanismos y servicios para compartir los recursos con sistemas externos, algo que también consideramos que obedece a intereses institucionales.
- Tomando en cuenta las intuiciones y consideraciones antes descritas, se asume que las limitantes para el acceso y uso de los OA presentes en los sistemas de las instituciones UDGvirtual y DECyD-UEAMex, tienen naturaleza de orden institucional.

Por lo anterior, se considera que necesario definir una propuesta integral, sustentada

en los beneficios que trae consigo el hecho de que todas las entidades de la interoperabilidad posean propiedades, mecanismos y servicios que posibiliten la interoperabilidad. Una propuesta que incentive los intereses institucionales para adoptar el esquema completo de la interoperabilidad, que posibilite el uso compartido de los OA.

Capítulo 3

Normalización de la propuesta de la norma mexicana

La normalización implica la identificación de patrones de uso al realizar una determinada actividad. La normalización se logra cuando se cuenta con un consenso “acuerdo general al que se llega mediante un proceso en el que se han tomado en cuenta todos los sectores involucrados”. Al producto que se obtiene después de realizar el proceso de normalización se le denomina *estándar o norma*.

El contenido de este capítulo incluye la caracterización de las prácticas que las instituciones en estudio implementan alrededor de las entidades de la interoperabilidad, y la descripción y discusión de las coincidencias, divergencias y problemas identificados en las prácticas que realizan y que no realizan las instituciones. Además se describen los aspectos normativos y recomendados para la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad. A diferencia del resto de los capítulos del documento éste más que dividirse en secciones, se divide en los hallazgos que se fueron encontrando como parte del proceso de normalización.

3.1. Hallazgo 1: Metodología para el desarrollo de OA

Con respecto al desarrollo de los OA se encontró que las cuatro instituciones cuentan con una metodología definida para el desarrollo de sus recursos educativos. No obstante, solo tres contaban con un documento descriptivo de la metodología. El nombre de las metodologías por institución se muestra en la tabla contenida en la Figura 3.1

Institución	Metodología
GOA-UAA	Metodología ADDIEOA
CATED-UNAM	Metodología de diseño de unidades didácticas basadas en Objetos de Aprendizaje
UDGvirtual	Metodología para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje basados en Patrones
DECyD-UAEMex	Metodología para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje

Figura 3.1: Metodologías para el desarrollo de OA de las instituciones en estudio

La práctica de contar con una metodología es de suma importancia ya que ésta guía el proceso de desarrollo de los recursos educativos. Osorio et al. (2007) comentan que cuando se desea abordar el desarrollo de OA por primera vez y no se tiene una visión completa del proceso, así como las habilidades necesarias para llevarlo a cabo, el proceso resulta difícil y complejo, y esta situación puede conllevar al abandono o disminución del interés por la producción de OA. Una forma de disminuir estos riesgos es abordando las tareas del proceso de desarrollo de OA a través de un modelo de diseño instruccional que guíe el proceso.

Por lo anterior, la consideración para la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad, es que cuando se tenga la intención de iniciar con el desarrollo de OA se adopte una metodología que guíe este proceso, y que ésta se documente formalmente para que esté disponible para su consulta y uso.

3.2. Hallazgo 2: Definición para OA

De manera simple podemos decir que un OA es un recurso digital que se utiliza en la enseñanza basada en computadora, que se crea una vez y puede usarse muchas veces. En el análisis del proceso de desarrollo que siguen las instituciones para la generación de sus recursos se encontró que éstas han definido su propio concepto de OA. En la tabla contenida en la Figura 3.2 se muestran las definiciones de las instituciones.

Institución	Definición de Objeto de Aprendizaje
GOA-UAA	Mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje y un mecanismo de evaluación. Por otra parte, mencionan que un OA puede estar integrado por un objetivo de aprendizaje, contenido informativo, actividades y autoevaluación, y que estos elementos deben estar integrados en un paquete, y descritos con etiquetas de metadatos.
CATED-UNAM	Recurso educativo digital que representa unitariamente una entidad de conocimiento para ser utilizado, reutilizado o referenciado durante el aprendizaje. Está descrito en el metadato que especifica su contenido, estructura, operatividad y relación con otros objetos; se construye a partir de dimensiones epistemológicas, psicopedagógicas y tecnológicas; compuesto esencialmente de un objetivo, contenidos, actividades y evaluaciones.
UDGvirtual	Entidad informativa digital creada para la generación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, y que cobra sentido en función del sujeto que lo usa. Los elementos que debe tener un OA para ser considerado como tal son: pre-requisitos, objetivo de aprendizaje, contenido informativo, actividades y elementos para la evaluación del conocimiento aprendido.
DECyD-UAEMex	Un conjunto de materiales digitales con un fin educativo; compuesto por un objetivo de aprendizaje, contenido, actividades de aprendizaje, evaluación y metadatos.

Figura 3.2: Definiciones de Objeto de Aprendizaje.

La definición de un concepto propio para OA es una práctica que permite particularizar definiciones genéricas y a veces hasta ambiguas que existen para este concepto, permite acotar definiciones muy elaboradas y complejas que proponen algunos autores, y lo mas importante, permite dejar en claro lo que para las instituciones representan los OA.

Las definiciones de OA de las instituciones mexicanas, aunque particulares, pero tienen coincidencias notorias. En éstas se hace referencia a *recursos digitales con fines educativos* y *unidades independientes*. Tres definiciones incluyen a los *metadatos* como parte de los OA y en las cuatro definiciones se especifica los *componentes* que deben formar parte del OA. Este ultimo aspecto se aborda con mayor detalle en el siguiente hallazgo.

La consideración para la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad a este respecto es la siguiente: se recomienda que las instituciones adopten un concepto para OA que caracterice los recursos que producen. Para la adopción se puede tomar alguna definición existente, particularizar alguna, o definir la propia. Lo más importante es que la definición que se adopte describa los OA de la institución, y evidentemente que se apegue al paradigma de los OA.

Con el propósito de adoptar una definición de OA propia para la propuesta de la norma mexicana que generalice estas definiciones y que caracterice a un recurso educativo digital desde el punto de vista de la interoperabilidad, además de analizar las definiciones propuestas por las instituciones en estudio se revisaron algunas de las propuestas más citadas en la literatura, entre las cuales destacaron las siguientes:

1. Un OA debe tener un objetivo de aprendizaje, una unidad de instrucción que enseñe el objetivo y una unidad de evaluación que mida el objetivo (L'Allier, 1997).
2. Colección de objetos de información ensamblada usando metadatos para corresponder a las necesidades y personalidad de un estudiante en particular. Múltiples objetos de aprendizaje pueden ser agrupados en conjuntos más grandes y anidados entre sí para formar una infinita variedad y tamaños (Hodgins, 2000).
3. Cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado como apoyo para el aprendizaje (Wiley, 2000).
4. Archivo digital utilizado para propósitos pedagógicos, los cuales incluyen internamente o por asociaciones, sugerencias sobre el contexto apropiado en el cual utilizar el objeto (Sosteric y Hesemeier, 2002).
5. Unidad didáctica de contenido, autocontenida e independiente, predispuesta para su reutilización en múltiples contextos instruccionales (Polsani, 2003).

6. Cualquier recurso con una intención formativa, compuesto de uno o varios elementos digitales, descrito con metadatos, que pueda ser utilizado y reutilizado dentro de un entorno e-learning (López-Guzmán, 2005).

En estas definiciones al igual que en las mostradas en la Figura 3.2 se hace referencia a *recursos digitales con fines educativos*, *conjuntos de recursos* u *unidades autocontenidas*; dos definiciones incluyen a los *metadatos*, y algo adicional es que cuatro definiciones mencionan la *reutilización*. Por otra parte, a diferencia de las definiciones de las instituciones mexicanas, las de la lista no especifican puntualmente los elementos que componen a los OA (excepto la definición 1).

A partir de los puntos de coincidencia de las definiciones de la Figura 3.2 y los de la lista anterior, esto es, la referencia a recursos digitales con fines educativos, unidades independientes, unidades autocontenidas, metadatos y reutilización, siendo estos dos últimos de suma importancia para la interoperabilidad; se conceptualizó la definición de OA de la propuesta de la norma. La definición es la siguiente: “*Recurso digital educativo compuesto por uno o varios elementos digitales, descrito con metadatos, autocontenido e independiente que pueda ser utilizado y reutilizado en un entorno para OA.*”

3.3. Hallazgo 3: Componentes de los OA

En las definiciones que las instituciones han adoptado para sus OA (*Hallazgo 2*) se pueden identificar los elementos que componen los OA. En la Figura 3.3 se muestra una matriz que indica componentes identificados en las definiciones de cada institución.

Elementos	Institución			
	GOA-UAA	CATED-UNAM	UDGvirtual	DECyD-UAEMex
Pre-requisitos			✓	
Objetivo de aprendizaje	✓	✓	✓	✓
Contenido informativo	✓	✓	✓	✓
Actividades	✓	✓	✓	✓
Evaluación	✓	✓	✓	✓
Metadatos	✓	✓		✓

Figura 3.3: Definiciones de Objeto de Aprendizaje.

A continuación se describen los elementos de la matriz de la Figura 3.3, según lo expuesto en MEN (2012), Chan et al. (2006) y (Osorio et al., 2007);

- *Pre-requisitos*: Indican el conjunto de conocimientos y habilidades que el usuario de un determinado OA debe poseer para poder hacer uso del recurso, es decir, se refiere a los conocimiento previos.
- *Elementos de contextualización*: Son los elementos de información que permiten reutilizar el OA en diferentes escenarios. Algunos ejemplos de elementos de contextualización son: los textos de introducción, el tipo de licenciamiento y los créditos del OA.
- *Objetivo de aprendizaje*: Expresa de manera explícita lo que el estudiante va a aprender mediante el uso del OA.
- *Contenido informativo*: Son los textos, imágenes, vídeos, simulaciones, entre otros, que brindarán al estudiante la información necesaria para el logro de los objetivos propuestos en el OA.
- *Actividades*: Son el conjunto de tareas o ejercicios relacionados con los temas expuestos en el contenido informativo, que se sugiere realizar por parte del estudiante para que éste logre los objetivos planteados en el OA.

- *Evaluación*: Constituye el apartado donde el alumno podrá verificar, a través de distintos instrumentos, el grado de conocimientos adquiridos y la evidencia de lo que aprendió con el uso del OA.
- *Metadatos*: Son identificadores que describen los atributos y propiedades de un OA con el fin de optimizar su gestión, almacenamiento, búsqueda, selección y recuperación, dentro de los entornos para OA.

La consideración para la propuesta de la norma mexicana con respecto a los componentes de los OA, tomando en cuenta la ocurrencia de los elementos de la matriz de la Figura 3.3 es la siguiente: es *deseable* que un OA cuente con los elementos didácticos *objetivo de aprendizaje, contenido informativo, actividades, evaluación*, y que este descrito con *metadatos*.

3.4. Hallazgo 4: Procesos asociados a la producción de OA

De manera general, las fases de las metodologías para el desarrollo de OA pueden asociarse a las fases convencionales del proceso de desarrollo de software (análisis, diseño, desarrollo, evaluación e implantación), no obstante, al analizar con detalle las actividades y tareas puntuales que se realizan en cada fase se encuentran diferencias notorias que caracterizan la producción de estos recursos digitales educativos, principalmente a partir de la fase de desarrollo.

En la Figura 3.4 se muestra una tabla que contiene las fases de las metodologías para el desarrollo de OA de las instituciones en estudio. A continuación se describen los elementos de la tabla:

- Los encabezados de las columnas contienen el nombre de las instituciones y las celdas asociadas a cada columna contienen las fases y actividades de cada metodología.

- En nombre de las fases se resalta en negritas y las actividades correspondientes a cada fase se encuentran tabuladas debajo del nombre de las fases.
- Cada fase y sus respectivas actividades están enmarcadas en un recuadro.
- La columna correspondiente a la UDGvirtual está subdividida en dos, la razón es porque esta institución desarrolla sus OA en dos grandes fases, primero generan patrones para OA y posteriormente los OA a partir de los patrones.

gOA-UAA		CATED-UNAM		UDGvirtual		DECyD-UEAMex		Identificación de procesos	
Análisis y Obtención Análisis Obtención del material Digitalización	Fase Pedagógica Análisis y Diseño Análisis y diseño de componentes de OA Selección de recursos didácticos Selección de medios		Desarrollo de patrón Diseño pedagógico		Desarrollo de OA Selección del patrón		Definición y Obtención de información Definición de OA Análisis y Obtención de información Digitalización		Desarrollo de OA
	Diseño Identificación de elementos del OA	Evaluación interna		Diseño de interacción Diseño funcional		Selección y elaboración de contenidos		Diseño y Producción Diseño instruccional Diseño Funcional y de interacción Diseño multimedial	
Desarrollo Diseño y programación web.		Fase Tecnológica		Diseño multimedial		Parametrización del patrón Elaboración de instrucciones Inclusión de recursos		Integración y Empaquetado Integración de elementos de OA	
	Etiquetado y Empaquetado. Almacenado en ROA.	Desarrollo web Diseño gráfico Programación web		Implementación Programación					
Evaluación		Implementación del OA		Etiquetado y Empaquetado		Etiquetado y Empaquetado		Etiquetado y empaquetado	
	Implantación Integración de OA en AA	Evaluación externa				Evaluación		Evaluación de OA	
Evaluación de Impacto		Liberación de OA				Almacenado de OA		Publicación de OA en ROA	
		Evaluación de Impacto							

Figura 3.4: Fases de las metodologías para el desarrollo de OA.

En la tabla contenida en la Figura 3.4 se puede apreciar que las celdas asociadas a las fases y actividades están sombreadas con colores diferentes, y que algunos colores abarcan más de una fase y/o actividad. Lo anterior se hizo así con el propósito de agrupar actividades cuya realización genera resultados o productos similares, y definen un estado clave en los OA. Considerando que algunos grupos incluyen más de una fase o actividad, y que en algunos casos aún cuando se hace referencia a una sola actividad su realización a su vez implica tareas importantes que no se desglosan o describen a detalle en las metodologías; a partir de este momento a las fases y/o actividades agrupadas por colores se les denominará *Procesos de la interoperabilidad*. En los siguientes puntos se describen los productos y resultados que generan la realización las fases y/o actividades agrupadas por cada color. Por otra parte, se identifican los procesos de la interoperabilidad asociados a la producción de OA.

- *Fases y actividades en color verde*: Agrupan las fases y actividades que se realizan para producir los OA. La razón por la cual este grupo abarca un mayor número de fases y actividades obedece a que aún cuando cada metodología tiene sus enfoques, particularidades y difieren en el nombre y número de actividades puntuales que se realizan en cada fase, cuando se culmina con la última actividad de las sombreadas en color verde (diseño y programación web, programación web, programación, elaboración de instrucciones e inclusión de recursos e integración de los elementos del OA, en cada metodología respectivamente) en todas las metodologías se llega a este punto con un producto terminado, es decir, los OA. Por lo anterior, al conjunto de fases y actividades que en conjunto generen a los OA se le denominará “*Desarrollo de OA*”.
- *Fases y actividades en color naranja*: Hacen referencia a las fases y actividades que se realizan para estandarizar a los OA. En la tabla contenida en la Figura 3.4 se puede apreciar que las fases/actividades para la estandarización son el etiquetado y el empaquetado. Estas dos acciones aparecen como actividades dentro de una fase, como fase y como acciones separadas. Dada la importancia

que tienen cada una, para efectos de la propuesta de la norma mexicana se tratarán por separado y se les denominará: “*Etiquetado de OA y Empaquetado de OA*”.

- *Fases y actividades en color morado*: Hacen referencia a las fases y/o actividades que se realizan para almacenar los OA en los sistemas que fungen como almacenes y proveedores de OA, es decir, los ROA. En la tabla contenida en la Figura 3.4 se puede observar que esta fase/actividad tiene presencia en tres de las cuatro metodologías. La metodología en la que no está pertenece a la institución DECyD-UEAMex. El hecho de que no esté en la tabla no es sinónimo de que no se realice tal actividad, de hecho se tiene que realizar previo a publicar los OA en el ROA (celda amarilla en la columna de esta metodología). Dado el rol que cumplen los ROA dentro del esquema de interoperabilidad, esto es, fungir como almacenes y proveedores de OA, a estas dos fases/actividades se les tratará por separado y se les denominará “*Almacenado de OA y Publicación de OA*”.
- *Fases y actividades en color azul*: Hacen referencia a las fases y actividades que se realizan para evaluar diferentes aspectos de los OA para que éstos sean aptos para su uso. En la tabla contenida en la Figura 3.4 se puede apreciar que en las metodologías de las instituciones GOA-UAA, UDGvirtual y DECyD-UEAMex la fase/actividad *evaluación* solo aparece una vez, y es después de que el OA ha sido estandarizado; y en la metodología del CATED-UNAM aparece en tres momentos importantes: al finalizar el diseño (evaluación interna), después de que el OA es almacenado (evaluación externa) y después de su publicación en el AA, es decir, una vez que el OA es entregado a los estudiantes (evaluación del impacto). Considerando la importancia que tiene el hecho de que la evaluación esté presente en todo momento dentro de cualquier proceso o actividad, para efectos de la propuesta de la norma mexicana se establece como altamente recomendable que la evaluación sea de esta forma, es decir, que esté presente

en todos los estados importantes por los que pasen los OA. A la evaluación se hará referencia como: *“Cumplimiento del Protocolo de Evaluación”*.

- *Fases y actividades en color rosa*: Hacen referencia a las actividades que se realizan para integrar los OA en los sistemas que posibilitan la entrega de los recursos a los usuarios, es decir, los AA. En la tabla contenida en la Figura 3.4 se puede observar que las actividades asociadas al color rosa solo aparecen en las metodologías de la primera y segunda columna y son referidas como Integración de OA en AA y Publicación de OA en AA. Dado que hacen referencia a la misma acción, para efectos de la propuesta de la norma mexicana estas dos actividades se generalizarán como: *“Importación de OA en AA”*.
- *Fases y actividades en color amarillo*: Hacen referencia a las actividades que se realizan para establecer a los OA como recursos públicos susceptibles de ser localizados. A estas actividades se les hará referencia como *“Publicación de OA en ROA”*.

Para finalizar este hallazgo en la tabla de la Figura 3.5 se listan los procesos identificados en los puntos anteriores, mismos que se definirán formalmente más adelante.

Procesos de la Interoperabilidad
Desarrollo de OA
Etiquetado de OA
Empaquetado de OA
Almacenado en ROA
Cumplimiento del Protocolo de Evaluación de OA
Publicación de OA en ROA
Importación de OA en AA
Recuperación de OA

Figura 3.5: Procesos asociados al desarrollo de OA.

3.5. Hallazgo 5: Actores de las metodologías de desarrollo de OA

Los actores de las metodologías son los encargados de realizar las actividades asociadas a la producción de los OA. En la tabla de la Figura 3.6 se listan los actores identificados en las metodologías de las instituciones en estudio. Los nombres de los actores están listados tomando en cuenta el orden de su participación en el desarrollo de OA, pero lo más relevante de la tabla es el acomodo horizontal, el cual se hizo con el propósito de alinear los nombres de los actores cuya participación en las metodologías fuera si no la misma, si parecida.

GOA-UAA	CATED-UNAM	UDGvirtual	DECyD-UAEMex
Docente	Experto en contenidos	Experto en contenidos	Autor
Pedagogo	Diseñador Instruccional	Pedagogo	Pedagogo
Técnico	Diseñador Gráfico	Diseñador gráfico	Diseñador Gráfico
	Experto en computación web	Programador	Tecnólogo
Usuario			Comunicólogo

Figura 3.6: Actores de las metodologías para el desarrollo de OA.

El nombre con el que se identifica a los actores varía en algunas de las metodologías, no obstante, sus responsabilidades dentro de las metodologías en esencia son las mismas. A continuación, se listan los actores de la tabla junto con los nombres alternos con los que les denomina.

- *Experto en contenidos*, a este actor también se le denomina autor o docente.
- *Diseñador instruccional*, solo apareció el nombre alternativo de pedagogo.
- *Diseñador gráfico*, en la metodología propuesta por el grupo GOA-UAA, este rol cubre el técnico, en el resto de las metodologías se le denomina tal cual, diseñador gráfico.

- *Programador*, al igual que en caso anterior en la metodología del grupo GOA-UAA, este rol lo cubre el técnico, en el caso de la DECyD-UAEMex el tecnólogo, y la metodología del CATED-UNAM el experto en computación hace las veces del programador.

Como se dijo antes, los actores que participan en las metodologías son relativamente los mismos, no obstante, en la tabla de la Figura 3.6 hay dos actores no comunes en todas las metodologías. Los actores son el *usuario* y el *comunicólogo*, mismos que figuran en las metodologías de las instituciones GOA-UAA y DECyD-UAEMex, respectivamente.

Dentro de la metodología del grupo GOA-UAA el rol del usuario lo pueden jugar el alumno y el maestro. Independientemente de quien juegue el rol, el actor participa en la fase de implantación del OA y en la fase de evaluación. Se considera muy acertado que se incluya al usuario como actor de la metodología, ya que los OA se desarrollan para que cubran una necesidad de aprendizaje y quien mejor que el usuario para ayudar a determinar si se cubre o no.

El comunicólogo participa en la metodología propuesta por la institución DECyD-UAEMex. La función de este actor es dar consejos sobre la mejor forma de presentar los contenidos a los alumnos, y participa en la fase de evaluación de los OA. Aún cuando las actividades que realiza este actor las puede cubrir el diseñador gráfico y el pedagogo, también se considera muy acertado que se incluya al actor en la metodología, ya que por su perfil tiene visiones y aportaciones que quizás a los demás actores no les son fáciles identificar y discernir. Entre las aportaciones del comunicólogo se encuentran la revisión del lenguaje utilizado en la presentación de los contenidos y la revisión del contenido y forma de los componentes visuales, lo cual ayuda a que la información presente en los OA sea comprensible y se facilite la transmisión del conocimiento.

Con respecto al hallazgo de los actores de las metodologías para el desarrollo de OA, la recomendación de la propuesta de la norma mexicana para la interoperabi-

lidad no se centra en especificar los actores que deben formar parte del grupo de desarrollo, lo que se recomienda es que el equipo sea integrado por perfiles multidisciplinarios y que se definan claramente las responsabilidades de cada perfil.

3.6. Hallazgo 6: Tecnologías utilizadas en el desarrollo de OA

A este respecto se les preguntó a las instituciones bajo cuáles tecnologías desarrollaban principalmente sus OA. En la matriz contenida en la Figura 3.7 se muestran las respuestas de las instituciones.

Hallazgo 6: *Tecnologías utilizadas para el desarrollo de OA*

Lenguaje	Institución			
	GOA-UAA	CATED-UNAM	UDGvirtual	DECyD-UAEMex
XML	✓	✓	✓	
HTML	✓	✓	✓	✓
ActionScript (Flash)	✓	✓	✓	✓

Figura 3.7: Tecnologías utilizadas para el desarrollo de OA.

Se encontró que para el desarrollo de OA, las instituciones mayormente han adoptado el uso de los lenguajes XML, HTML y ActionScript. La práctica anterior además de ser común en las instituciones, es común en el sector eLearning; razón por la cual la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad retoma la postura de varios autores de la literatura, recomendado adoptar estas lenguajes para el desarrollo de OA.

3.7. Hallazgo 7: Etiquetado de los OA

Los metadatos representan una pieza clave para lograr la interoperabilidad entre los entornos para OA. Por una parte los metadatos permiten describir las caracte-

rísticas que identifican a los OA como piezas únicas, y por otra parte, facilitan la búsqueda, selección y recuperación de los recursos.

Con respecto a los metadatos y cómo realizan el etiquetado en las instituciones, se les preguntó lo siguiente: en qué parte del proceso de desarrollo de OA se identifican los metadatos que describen a los recursos, quiénes son los encargados de realizar esta actividad, cuál es el estándar que se utiliza para etiquetar los OA, y cuáles tecnologías que se utilizan para el etiquetado. En la matriz contenida en la Figura 3.8 se muestra la información obtenida para cada rubro.

Rubro	Institución			
	gOA-UAA	CATED-UNAM	UDGvirtual	DECyD-UAEMex
Identificación	Al finalizar el desarrollo	Recolección durante todo el desarrollo	Al finalizar el desarrollo del patron	Al finalizar el desarrollo
Responsable	Docente	Todos los autores del OA	Programador	Programador
Estándar	Algunas categorías del estándar IEEE LOMv1.0	IMS-LOM y categorías agregadas	LOM através SCORM y vocabularios agregados	Subconjunto de IEEE LOMv1.0
Tecnologías	Reload exaLearning	Editor desarrollado a la medida sobre la base de Reload	Reload	Lompad

Figura 3.8: Prácticas asociadas al etiquetado de OA.

En los siguientes párrafos se describen los hallazgos a los que se llegó a partir de los datos mostrados en la matriz de la Figura 3.8.

En el rubro de la matriz correspondiente a la identificación de metadatos, se puede observar que tres de las instituciones indicaron que esta acción se realiza al finalizar el desarrollo de los recursos, y solo la institución CATED-UNAM indicó que la recolección se realiza durante todo el proceso de desarrollo de OA.

Considerando que los metadatos describen diversos aspectos de los OA, y no solo los tecnológicos que son los que mayormente se pueden identificar en los productos terminados; tomando en cuenta el rol tan importante que juegan los metadatos para la búsqueda y recuperación de los recursos; y tomando en cuenta la práctica implementada por el CATED-UNAM; la propuesta de la norma mexicana para la

interoperabilidad recomienda que la identificación de los metadatos esté presente en todo el proceso de desarrollo de los OA, y que esta actividad sea realizada por todo el equipo de desarrollo de los recursos.

3.8. Hallazgo 8: Adopción de un esquema de metadatos para el etiquetado de OA

Respecto al rubro del estándar utilizado para el etiquetado de los OA, en la matriz de la Figura 3.8 se puede observar que las cuatro instituciones han adoptado el uso del estándar LOM, pero a través de un esquema modificado (formalmente conocido como perfil de aplicación de metadatos). Se dice que las instituciones utilizan un esquema modificado o perfil por las siguientes razones:

- En el caso de las instituciones GOA-UAA y DECyD-UAEMex se indica que solo se utilizan algunas categorías del estándar, y al ser esto un subconjunto de elementos es considerado un perfil de aplicación.
- En el caso del CATED-UNAM se indica que se utiliza un esquema de metadatos compuesto por el estándar LOM y categorías agregadas.
- En el caso de la UDGvirtual se indica que se utiliza el esquema del estándar SCORM, estándar que por naturaleza es un perfil de aplicación de metadatos de IEEE LOM, además de vocabularios agregados.

La adopción de un perfil de metadatos del estándar LOM para el etiquetado de OA, en lugar del esquema estándar, es una opción totalmente válida ya que por una parte los perfiles permiten particularizar los esquemas estándar para adecuarlos a los requerimientos específicos de un determinado grupo de interés o comunidad. Por otra parte, en un estudio realizado en el contexto de esta investigación (Castro-García y López-Morteo, 2013b) se encontró que LOM no cubre los requerimientos

de todos sus usuarios y por esta razón éstos optan por modificarlo implementando diferentes extensiones y documentarlas en un perfil de metadatos.

Entonces, la adopción de un esquema modificado (perfil) es algo totalmente justificable, sin embargo, la situación que se identificó con las instituciones en estudio es que ninguna ha definido formalmente un perfil que de a conocer el esquema que están utilizando para el etiquetado de OA, es decir, cuentan con un esquema de metadatos modificado o personalizado pero no lo han formalizado.

El hecho de trabajar con un esquema extendido y no definir formalmente un perfil de aplicación se convierte en un problema que puede derivar ciertos inconvenientes a la hora de buscar OA a través de los metadatos. Algunos de los inconvenientes son:

- Imposibilidad para recuperar la información almacenada en los elementos extendidos.
- Imposibilidad para recuperar la información almacenada en los metadatos propios de LOM, debido a incompatibilidades en los parámetros de búsqueda.
- Desconocimiento de los mecanismos para entender e interpretar la información almacenada en los elementos que no son parte del esquema estándar.
- Dificultad para desplegar los OA en un entorno para OA externo.

El primer inconveniente tiene presencia cuando las extensiones residen solo en el ámbito local, es decir, que no se dan a conocer. En este caso todos los elementos que se hayan agregado a un nuevo esquema (vocabularios, elementos o categorías de metadatos) en el mejor de los casos estarán disponibles en el ámbito local de un ROA, no obstante, no será posible que un sistema externo busque OA a través de estos elementos. El resto de los inconvenientes tienen presencia cuando las modificaciones hechas al esquema estándar son visibles, pero no se dan a conocer formalmente en un perfil de aplicación de metadatos.

Por lo anterior, si se tiene la intención de intercambiar OA con terceros vía sistemas, es de vital importancia que los sistemas trabajen sobre un esquema común de metadatos para que las búsquedas que se realicen para localizar OA arrojen resultados relevantes que permitan decidir si los recursos serán recuperados por el usuario. La recuperación de OA hace referencia a la posibilidad de obtener los OA almacenados en un sistema, ya sea a través de la descarga directa del recurso u obteniendo la dirección URL de donde se encuentra alojado. La *Recuperación de OA* también es considerado un proceso de la interoperabilidad.

Tomando en cuenta que IEEE LOM es el estándar utilizado por las instituciones del grupo de estudio (datos de la matriz Figura 3.8), que es el estándar de metadatos más utilizado dentro del contexto del eLearning (Bourda y Delestre, 2004), y que es el único esquema de metadatos que está específicamente orientado al campo de la educación y destinado para la descripción de OA; la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad recomienda que para el etiquetado de OA se adopte el estándar IEEE LOM. Así mismo recomienda que si existe la necesidad de modificar el esquema estándar de LOM se haga definiendo formalmente un perfil de aplicación de metadatos y que éste se dé a conocer.

En el siguiente hallazgo se aborda ampliamente el tema de definición de perfiles de aplicación del estándar LOM.

3.9. Hallazgo 9: Definición de perfiles de aplicación de metadatos

En el *Hallazgo 8* se mencionó que las instituciones en estudio han modificado el esquema del estándar IEEE LOM, y que no han formalizado, ni dado a conocer el esquema a través de un perfil de aplicación de metadatos. Con el propósito de documentar prácticas asociadas a la definición de perfiles de aplicación de metadatos, en el contexto de esta investigación se definió un perfil destinado al etiquetado

de Objetos de Aprendizaje Móviles. El perfil se denominó mLOM-ReMIAM. A continuación se describen las acciones generales que se realizaron en la definición del perfil.

El perfil se definió tomando como base el estándar IEEE LOMv1.0, los aspectos tecnológicos que son necesarios de conocer previo a utilizar un OAM en un dispositivo móvil, y los requerimientos en materia de metadatos de la Red Mexicana de Investigadores en Aprendizaje Móvil (ReMIAM).

En general el proceso de definición se guió por la guía para la definición de perfiles del estándar LOM, CWA 15555 (Duval et al., 2006). Las actividades sustanciales que se realizaron en la definición del perfil fueron las siguientes.

- Para la selección de los elementos de metadatos del esquema de LOMv1.0 se realizaron las siguientes acciones:
 - Se revisó un reporte técnico de los resultados de una encuesta internacional acerca del uso del estándar LOM, el cual indica cuáles son los elementos de metadatos más utilizados, cuáles son los valores que se les asigna a estos elementos y cuáles son los elementos menos utilizados. El reporte está contenido en Friesen (2004).
 - Se revisaron 35 perfiles de aplicación de estándar LOM. Esta acción se realizó con el propósito de conocer cuáles son los elementos de metadatos que más se incluyen, excluyen y extienden en los perfiles de aplicación. La lista de los perfiles revisados se puede consultar en Castro-García y López-Morteo (2013b).
 - Se les preguntó a los miembros de la red ReMIAM cuáles son los elementos de metadatos del estándar LOM que describen mejor sus recursos educativos móviles. La forma en la que se les preguntó fue aplicando un instrumento diseñado para recopilar información.
- Para determinar los aspectos tecnológicos de los Objetos de Aprendizaje Mó-

viles que es necesario conocer previo a utilizarlos en un dispositivo móvil, se realizó un análisis documental, y con los resultados encontrados se definieron elementos de metadatos para describir dicha información (los resultados se reportaron en Castro-García y López-Morteo (2013a)).

- Para cubrir los requerimientos en materia de metadatos de la red ReMIAM y con la información obtenida en los dos puntos anteriores, se implementaron las siguientes extensiones al estándar LOMv1.0 (extensiones están documentadas en Castro-García y López-Morteo (2013b)).
 - Agregación de nuevos elementos de metadatos al esquema estándar.
 - Agregación de nuevas categorías de metadatos.
 - Inclusión de valores de vocabularios de otros esquemas de metadatos.
 - Definición de nuevos valores de vocabularios.
 - Exclusión de elementos de metadatos del esquema estándar.
 - Exclusión de categorías de metadatos.
 - Especificación del uso de elementos de metadatos.

Una vez que se realizaron estas actividades se documentó formalmente el perfil, y se puso a disposición de la comunidad de ReMIAM a través del documento “mLOM-ReMIAMv1.0”, y se reportó en Castro-García y López-Morteo (2013c).

3.10. Hallazgo 10: Recomendaciones para la definición de perfiles de aplicación del estándar LOM

Las actividades asociadas a la definición del perfil mLOM descritas en los párrafos anteriores no son prácticas generalizadas entre las instituciones en estudio, no

obstante como ya se mencionó, el perfil se definió con el propósito de documentar prácticas asociadas a este proceso para incluirlas en la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad. Antes de continuar es necesario hacer las siguientes aclaraciones:

- Un perfil de aplicación se crea o define a partir de las modificaciones que se implementen al esquema original del estándar.
- En el contexto de los perfiles de aplicación, las modificaciones son mejor conocidas como extensiones.

En los siguientes puntos se listan las recomendaciones de la norma para la definición de perfiles del estándar LOM.

1. Identificar la necesidad que se pretende cubrir con la extensión.
2. Identificar la acción/extensión que permitirá cubrir la necesidad. Para este punto se debe realizar lo siguiente:
 - a) Revisar la guía para definición de perfiles de aplicación de metadatos contenida en el documento CWA-15555 (Duval et al., 2006), y verificar si los lineamientos y propuestas para la implementación de extensiones presentes en el documento ayudan a cubrir la necesidad en cuestión. En caso de que si, pasar al punto 3.
 - b) Revisar la clasificación de extensiones hechas al estándar IEEE LOMv1.0 contenidas en Castro-García y López-Morteo (2013b). Esta revisión será con el propósito de identificar si alguna de las extensiones que ahí se reportan permite cubrir la necesidad en cuestión. Se recomienda revisar la clasificación de extensiones porque agrupa un conjunto importante de opciones que han solventado necesidades en términos de metadatos, que no cubre el estándar LOMv1.0. Por lo anterior, se considera que la clasificación de extensiones puede ser utilizada como base de conocimiento

que brinde información que permita seleccionar las mejores prácticas al momento de implementar extensiones. Si se encuentra una extensión que cubra la necesidad en cuestión, pasar al punto 3.

- c) Definir una nueva extensión, esto en el caso de que el requerimiento o necesidad que se tenga no se pueda solventar con las dos opciones anteriores.

3. Implementar la extensión seleccionada. Para este punto se debe considerar lo siguiente:

- a) Si la extensión que se va a implementar está en la clasificación de extensiones, se recomienda adoptarla en la medida de lo posible.

- b) Si la extensión consiste en agregar elementos de metadatos:

- 1) Definir los nombres de los elementos.
- 2) Describir la función que cumplen, es decir, describir la información que almacenarán los elementos.
- 3) Delimitar los tamaños máximos y mínimos permitidos para cada elemento, es decir, establecer el número de veces que un elemento puede aparecer en una instancia de metadatos.
- 4) Definir los espacios de valores de los elementos de metadatos, esto es, en caso de que el tipo de datos de un elemento sea de tipo vocabulario, determinar la lista de valores que podrá tomar el elemento.
- 5) Establecer las relaciones y dependencias entre los elementos de metadatos.
- 6) Definir los tipos de datos de los elementos de metadatos.
- 7) Especificar el uso de los elementos de metadatos, es decir, establecer si los elementos serán obligatorios, recomendados u opcionales.

- c) Si la extensión consiste en ampliar las listas de vocabularios de elementos de metadatos existentes:

- 1) Definir los valores de vocabularios.
- 2) Indicar que se han extendido las listas de vocabularios.
- d) Si la extensión es diferente de las opciones de los incisos a, b y c, implementar libremente la extensión.
4. Documentar las acciones realizadas, tanto las extensiones implementadas, como cualquier modificación hecha al estándar LOM.
5. Publicar de manera abierta las extensiones implementadas en un perfil de aplicación de metadatos. Esto con el propósito de dar a conocer los cambios/extensiones que se le están haciendo al estándar, y en algún momento se tome ventaja de ello, ya sea consumiendo o replicando las extensiones.
6. Mantener la extensión. Sin importar la procedencia de la extensión, es decir, si proviene de la clasificación de las extensiones hechas al estándar de metadatos IEEE LOMv1.0, o si se definió una nueva; se deben realizar las siguientes acciones:
 - a) Establecer el tiempo de vida de la extensión, y al término de éste,
 - b) Verificar si la extensión continúa siendo válida, es decir, si sigue cubriendo la necesidad o requerimiento que la originó. En caso de ser necesario,
 - c) Actualizar la extensión, es decir, empaquetarla con los requerimientos, y si estos son demasiados, se recomienda definir una nueva extensión. En ambos casos se debe definir el tiempo de vida de la extensión.

3.11. Hallazgo 11: Empaquetado de OA

El empaquetado de OA es el proceso que consiste en alojar en un único archivo estandarizado todos los recursos digitales que forman parte de un OA, incluyendo los metadatos que lo describen. El beneficio de empaquetar los OA es que hacen de éste un recurso portable e independiente, y estas propiedades facilitan los procesos

de recuperación, importación y exportación de los recursos, así como el intercambio de los recursos entre entornos para OA. Sarasa y Díaz (2004) mencionan que el mantener en un solo archivo todo el contenido de un OA es de suma importancia dado que el recurso puede ser creado por una herramienta, modificado por otra, almacenado en un ROA, mantenido por una solución comercial y utilizado en un entorno de aprendizaje por otra solución comercial totalmente distinta.

En este rubro se les preguntó a las instituciones cuál es la especificación bajo la cual se empaquetan los OA, y cuáles tecnologías se utilizan para realizar dicha acción. Las respuestas a estas preguntas se encuentran en la matriz contenida en la Figura 3.9.

Rubro	Institución			
	GOA-UAA	CATED-UNAM	UDGvirtual	DECyD-UAEMex
Estándar	SCORM	SCORM	SCORM	Ninguno
Tecnologías	Reload exaLearning	Editor desarrollado a la medida sobre la base de Reload	Reload	No aplica

Figura 3.9: Prácticas asociadas al empaquetado de OA.

Los datos mostrados en la matriz de la Figura 3.9 indican que tres de las instituciones utilizan el estándar SCORM para el empaquetado de sus OA; así mismo indican que la institución DECyD-UAEMex no utiliza ningún estándar. Esta institución no utiliza ningún estándar dado que no empaqueta sus OA. Por otra parte, los datos indican que la tecnología que utilizan las instituciones para el empaquetado es el editor Reload.

Tomando en cuenta la ocurrencia de los datos y los beneficios del empaquetado de OA, para efectos de la propuesta de norma mexicana para la interoperabilidad se propone adoptar la práctica de empaquetar los OA e implementar este proceso bajo las especificaciones del estándar SCORM. En cuanto a la tecnología, no hay recomendación, ya que ciertamente el Reload es el editor más utilizado para el empaquetado, no obstante, se puede elegir otra tecnología que trabaje bajo SCORM,

o bien desarrollar una herramienta a la medida.

3.12. Hallazgo 12: Entornos para el almacenamiento de OA

Los ROA son los entornos destinados para el almacenamiento de OA. Estos entornos incorporan un conjunto de herramientas para facilitar la búsqueda y recuperación de los recursos.

Asociado a los ROA, se les preguntó a las instituciones en dónde almacenaban los OA que producían, si contaban con un ROA propio, bajo cuáles estándares y especificaciones trabajaba el ROA, y con cuáles mecanismos y servicios contaba el ROA. A continuación se presentan los hallazgos encontrados.

En la matriz de la Figura 3.10 se indica el nombre del entorno donde las instituciones almacenan los OA que producen.

Rubro	Institución			
	GOA-UAA	CATED-UNAM	UDGvirtual	DECyD-UAEMex
Entorno para el almacenamiento de OA	ROA REDOUAA	ROA (modulo de cCOBÁ)	Biblioteca digital de la UDG	Módulo del Portal SEDUCA

Figura 3.10: Entornos para el almacenamiento de OA de las instituciones

De acuerdo con los datos de la matriz de la Figura 3.10, las instituciones GOA-UAA y CATED-UNAM almacenan los recursos en un entorno específicamente dedicado al almacenamiento de OA, es decir un ROA. La UDGvirtual en la biblioteca digital de la universidad (sistema que además de almacenar los OA permite el acceso a diversos recursos digitales), y la institución DECyD-UAEMex en un módulo que forma parte del Portal SEDUCA. Con los datos de la matriz se puntualiza lo siguiente:

- Las cuatro instituciones almacenan los OA que producen.
- Las cuatro instituciones cuentan con entornos para el almacenamiento.

- Las instituciones GOA-UAA y CATED-UNAM cuentan con un ROA, la UDG-virtual almacena sus OA en un sistema de propósito general, y la DECyD-UAEMex en un módulo de un AA.

3.13. Hallazgo 13: Mecanismos y servicios presentes los entornos para el almacenamiento

En la tabla contenida en la Figura 3.11 se listan los mecanismos y servicios presentes en los entornos para el almacenamiento de los OA de las instituciones en estudio. Los ítems que se listan en la tabla se obtuvieron de la información proporcionada por las instituciones, de información reportada en artículos, y de observaciones al hacer uso de los sistemas.

Servicios de los entornos para almacenar OA			
GOA-UAA	CATED-UNAM	UDGvirtual	DECyD-UAEMex
Crear sesiones de usuario al público Almacenar OA Buscar OA por diferentes criterios Desplegar OA Descargar OA Comunicar ROA con entorno externo Buscar OA en federación	Crear sesiones de usuario al público Almacenar OA Evaluar OA Buscar OA por diferentes criterios Desplegar OA Uso de OA Descargar OA Comunicar ROA con entorno interno	Acceso al acervo de recursos Almacenar OA Buscar OA por palabras clave	Almacenar OA Buscar OA por diferentes criterios

Figura 3.11: Servicios de los Entornos para el almacenamiento de OA de las instituciones

La intención de conocer los mecanismos y servicios que poseen los entornos para el almacenamiento de OA de las instituciones, fue analizar las acciones que éstos posibilitan dentro de cada entorno, y a partir de esto proponer una lista de los mecanismos y servicios que deben estar presentes en los ROA para que éstos permitan el almacenamiento, búsqueda y recuperación de OA. No obstante, se consideró que la información recopilada no era suficiente para sustentar la propuesta. Se llegó a esta consideración por lo siguiente:

- Los sistemas utilizados por las instituciones para el almacenamiento de OA tienen diferentes propósitos (dos ROA, una biblioteca digital y un módulo de

un AA).

- No fue posible explorar todos los entornos. Esto por cuestiones administrativas-operativas.
- No fue posible explorar todas las funcionalidades de los entornos, ya que algunos servicios no estaban disponibles.

Por lo anterior, y con el propósito de que la propuesta a la que se quería llegar estuviese también fundamentada en propuestas reportadas en la literatura, se procedió a buscar propuestas de diferentes autores.

3.14. Hallazgo 14: Requisitos con los que debe cumplir un ROA

Las propuestas más relevantes que se tomaron como base para complementar la propuesta de la lista de mecanismos y servicios que deben estar presentes en los ROA para que éstos permitan el almacenamiento, búsqueda y recuperación de OA, fueron las presentadas en: Looms y Christensen (2002), Astudillo y Willging (2010), McGreal (2008) y Higgs et al. (2002). En estas propuestas se establece que los sistemas para el almacenamiento de OA más que tener mecanismos y servicios deben cumplir con ciertos requisitos para que sean considerados ROA.

Looms y Christensen (2002) proponen un conjunto básico de funciones con las que deben contar los ROA a fin de garantizar el acceso a los OA. Las funciones son las siguientes:

- Tener la habilidad para localizar y desplegar OA.
- Contar con mecanismos para solicitar un OA previamente localizado.
- Tener la habilidad de poder recibir un OA que ha sido pedido.
- Tener la habilidad de entregar a un ROA un OA para ser almacenado.

- Contar con mecanismos para el almacenamiento de OA.
- Tener la habilidad para obtener los metadatos de sistemas externos.
- Contar con mecanismos para proveer metadatos a sistemas externos.

Por su parte Astudillo y Willging (2010), McGreal (2008) y Higgs et al. (2002) mencionan que para que un ROA sea considerado como tal, debe cumplir con la siguiente lista de requisitos:

- Tener capacidad para localizar OA a través de búsquedas sobre metadatos.
- Contar con mecanismos de control de calidad que permita dar a los OA cierto nivel de confiabilidad.
- Permitir que todos los OA disponibles en el sistema puedan ser localizados a través de las herramientas de búsqueda.
- Garantizar el mantenimiento, es decir, mantener actualizadas las versiones de los OA disponibles en el ROA.
- Garantizar la recuperación de un OA previamente encontrado en el ROA.
- Contar con un mecanismo que permita la publicación de OA en el repositorio.
- Garantizar que los OA almacenados en el repositorio sean identificados de forma única.
- Permitir búsquedas de recursos en sistemas externos (búsqueda federada).
- Compartir metadatos con otros repositorios.

De acuerdo con lo expuesto por los autores que proponen la segunda lista de requisitos; un sistema que carezca de algún requisito no es considerado un ROA, aún cuando el sistema esté destinado al almacenamiento de OA y cuente con funciones que faciliten la búsqueda y recuperación de OA.

Con el propósito de no dejar fuera a los sistemas que cumplen con una buena cantidad de requisitos que posibiliten la búsqueda y recuperación de OA, se unificó una lista de requisitos y se dividió en básicos y avanzados. La lista a la que se llegó se muestra en la tabla de la Figura 3.12. La lista se definió a partir de lo siguiente:

- Se tomó en cuenta que de manera general hay dos tipos de ROA: los que mantienen los OA y sus descriptores (metadatos) en un mismo sistema y los que los mantienen por separado en los cuales el acceso a los recursos se realiza a través de una referencia a la ubicación de los OA (Downes, 2003).
- Se incluyeron la mayoría de los requisitos de las propuestas puntualizadas anteriormente.
- Se incluyeron ítems de las listas de mecanismos y servicios identificados en los sistemas de las instituciones en estudio (tabla de la Figura 3.11),
- Se agregaron algunos servicios que desde el punto de vista del enfoque de esta investigación se considera que deben estar presentes en los ROA.

Como se podrá notar, se dejó de hablar de requisitos, y se inició a hablar de mecanismos y servicios. Se optó por este cambio, dado que el cumplimiento de los requisitos genera en los ROA los mecanismos y servicios que posibilitan el almacenamiento, búsqueda y recuperación de OA.

3.15. Hallazgo 15: Definición de ROA y propuesta de los servicios que debe poseer un ROA

Mecanismos y Servicios asociados a los ROA
Acceso a Entorno
Importación de OA
Almacenado de OA
Registro de OA
Publicación de metadatos
Cumplimiento del protocolo de Evaluación de OA
Publicación de OA
Comunicación con entorno interno
Búsqueda Interna de OA
Búsqueda de OA por palabras clave
Búsqueda de OA por metadatos
Recuperación de metadatos de OA
Localización de OA
Despliegue de OA
Solicitud de OA
Recuperación de OA
Comunicación con ROA Federado
Búsqueda Federada de OA (hacia entornos externos)
Búsqueda Federada de OA (desde entornos externos)
Exportación de OA vía entornos
Importación de OA vía entornos

Figura 3.12: Mecanismos y servicios de los ROA

La división de esta lista en servicios básicos y avanzados da pie a la siguiente sub-clasificación de ROA: con soporte para servicios básicos y con soporte para servicios avanzados. A continuación se describen las características de la sub-clasificación de ROA:

1. **ROA con soporte para servicios básicos.** Los servicios que debe poseer un sistema para entrar en esta clasificación son los que permitan buscar y recuperar OA de un sistema local.
2. **ROA con soporte para servicios avanzados.** Los servicios que debe poseer un sistema para entrar en esta clasificación son los que permitan buscar y recuperar recursos de un sistema local y de sistemas de terceros.

En capítulos posteriores se abordará la clasificación de los ROA, así como los servicios asociados a cada clasificación.

A partir de la lista de servicios y la sub-clasificación, enseguida se definirá el concepto de ROA de la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad.

Definición de ROA de la norma

Un ROA será considerado como un sistema de software destinado al almacenamiento de OA junto con sus metadatos, que incorpore mecanismos que posibiliten la búsqueda y recuperación de recursos, ya sea vía interacción de usuarios o de otros sistemas.

3.16. Hallazgo 16: Entornos para la entrega de OA utilizados por las instituciones

Desde el punto de vista de la interoperabilidad dentro del sector eLearning, los AA son considerados los sistemas destinados para la entrega de los OA a los alumnos. Los AA pueden ser sistemas simples para el manejo de cursos, o ambientes distribuidos altamente complejos. Aunque existen variantes entre un AA y otro, las tareas más comunes que éstos simplifican son: la gestión de cursos, la gestión de clases, la gestión de contenido y la gestión de la instrucción educativa.

Las herramientas más comunes con las que cuentan los AA son: herramientas de comunicación, herramientas para los estudiantes y herramientas de evaluación. Los AA también facilitan el aprendizaje distribuido y colaborativo, a partir de actividades y contenidos pre-elaborados de forma sincrónica o asincrónica, utilizando los servicios de comunicación de internet como el correo, los foros de discusión, las videoconferencias y el mensajero instantáneo.

Con respecto a los AA, se les preguntó a las instituciones del grupo de estudio si contaban con este tipo de entornos, de ser así, si éste era un desarrollo a la medida o una solución comercial o de software libre. Además se les preguntó acerca de

los estándares y especificaciones con los que trabajaban los AA, y cuáles eran los mecanismos y servicios presentes en el AA que posibilitaban la entrega de los OA a los estudiantes. Enseguida se muestra la información asociada a estas cuestiones.

Los datos proporcionados por las instituciones indicaron que todas cuentan con un entorno para la entrega de OA. En la matriz de la Figura 3.13 se muestra el nombre de los AA de las instituciones.

Rubro	Institución			
	GOA-UAA	CATED-UNAM	UDGvirtual	DECyD-UAEMex
Entorno para la entrega de OA	AA Ablose-UAA	Plataforma de Aprendizaje SIGEC (módulo de CCOBA)	AVA LMS de moodle Metacampus	Portal SEDUCA
Tipo de entorno	Software libre personalizado	Software libre personalizado	De software libre y desarrollos a la medida	Desarrollo a la medida

Figura 3.13: Entornos para la entrega de OA de las instituciones

Los datos de la matriz de la Figura 3.13 indican que la naturaleza de los AA es de dos tipos: desarrollos a la medida y adopciones personalizadas de soluciones de software libre, concretamente el LMS de Moodle (este dato se puede consultar en la descripción de los sistemas utilizados por las instituciones presentada en la Sección 2.2). La decisión de optar por alguno de estos definitivamente depende de las necesidades de cada institución. En principio la adopción de un AA existente como el LMS de Moodle puede ser una opción de bajo costo, dado que solo implica la instalación y no requiere esfuerzos de desarrollo del software. No obstante, es probable que los mecanismos y servicios con los que cuenta este LMS no sean un tanto limitativos, desde el punto de vista de la interoperabilidad entre entornos para OA, y por esta razón sea necesaria la personalización del LMS.

3.17. Hallazgo 17: Mecanismos y servicios de los AA

Considerando que los AA son sistemas que pueden tener diversos módulos funcionales, dependiendo de los requerimientos de quien los desarrolla, y tomando en

cuenta que uno de los objetivos finales de lograr la interoperabilidad es la reutilización de OA; para efectos de la propuesta de la norma mexicana más que analizar todos los módulos que pueden llegar a tener estos entornos, nos centramos en identificar aquellos que posibiliten la entrega de los recursos a los usuarios, ya que eventualmente son los que posibilitan la reutilización de OA dentro del AA.

Los módulos o servicios que se considera que son necesarios en los AA para que posibiliten la entrega de OA, son el servicio para la visualización de OA y los servicios para el armado y gestión de cursos basados en OA. Partiendo de lo anterior, la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad propone una definición para hacer referencia a los AA, misma que se presenta a continuación.

3.18. Hallazgo 18: Definición de AA de la propuesta de la norma

Un AA será considerado como un sistema de software que, entre otros servicios, cuente con los que permitan la visualización de OA y módulos funcionales para el armado y gestión de cursos basados en OA, que permitan la utilización y reutilización de OA.

Una vez dada la definición de AA se considera importante hacer las siguientes aclaraciones:

- El armado de cursos hace referencia a la agrupación de OA para formar cursos.
- Además de los módulos para el armado y gestión de cursos, es muy probable que los AA tengan o deban tener otros módulos funcionales, como por ejemplo para el monitoreo de alumnos, herramientas de comunicación, entre otros. No obstante, desde el punto de vista de la interoperabilidad entre entornos para OA, solo se tomarán los módulos mencionados.

3.19. Hallazgo 19: Propuesta de los servicios que debe poseer un AA

Evidentemente para que un AA permita la visualización de OA y el armado y gestión de cursos basados en OA es necesario que éste cuente con los mecanismos y servicios que lo posibiliten. En la tabla de la Figura 3.14 se listan los servicios que se considera que son necesarios en un AA.

Mecanismos y Servicios asociados a los AA
Acceso a Entorno
Importación de OA
Registro de OA
Cumplimiento del protocolo de Evaluación de OA
Comunicación con entorno Interno
Búsqueda de OA en ROA
Búsqueda Interna de OA
Búsqueda por palabras clave
Búsqueda por metadatos
Recuperación de metadatos de OA
Localización de OA
Armado de cursos basados en OA
Despliegue de OA
Uso de OA
Reutilización de OA
Comunicación con ROA Federado
Búsqueda Federada de OA (hacia entornos externos)
Importación de OA vía entornos

Figura 3.14: Mecanismos y servicios de los AA

Para la definición de la propuesta de mecanismos y servicios para los AA se tomo como base los mecanismos y servicios que poseen los AA de las instituciones mexicanas, y de la lista de mecanismos y servicios de los ROA se adoptaron: los que permiten y posibilitan la recuperación de OA dentro del entorno, los que permiten e implican la importación manual y vía entornos de OA, y los necesarios para que el AA pueda hacer búsquedas de OA en un ROA interno.

3.20. Hallazgo 20: Estándares y especificaciones presentes en los entornos para OA de las instituciones

Los estándares y especificaciones destinados a auxiliar la interoperabilidad permiten definir y estructurar OA portables, susceptibles de ser importados y exportados en múltiples entornos para OA. Así mismo, los estándares y especificaciones permiten el desarrollo de módulos funcionales en los entornos para OA para que éstos posibiliten el almacenamiento, búsqueda, recuperación y uso de los OA.

Con respecto a los estándares y especificaciones, se les preguntó a las instituciones con cuáles trabajaban sus entornos. En la matriz de la Figura 3.15 se muestran los datos obtenidos en este rubro.

Rubro	Institución			
	GOA-UAA	CATED-UNAM	UDGvirtual	DECyD-UAEMex
Estándares y especificaciones en los ROA	REDOUAA - LOM - SCORM - SQI	ROA (mod de cCOBÁ) - LOM - SCORM	Biblioteca Digital - Dublin Core	Mod del Ambiente SEDUCA - Ninguno
Estándares y especificaciones en los AA	Ablose-UAA - SCORM - SQI	SIGEC (mod de cCOBÁ) - SCORM	AA de Moodle SCORM	Ambiente SEDUCA - Ninguno

Figura 3.15: Estándares y especificaciones en los entornos para OA

Los datos mostrados en la matriz de la Figura 3.15 indican que los estándares y especificaciones por las instituciones son LOM, SCORM, SQI y Dublin Core. A continuación se describen algunas situaciones asociadas al hecho de la presencia o ausencia de los estándares en los entornos para OA de las instituciones en estudio.

En resumen el uso de los estándares dentro de los entornos es para lo siguiente:

- **LOM.** Este estándar permite realizar búsquedas de OA a través de metadatos, toda vez que el entorno cuenta con los mecanismos y servicios para las búsquedas. En el caso de la DECyD-UAEMex, aun cuando los OA están etiquetados

con el estándar LOM (dato presentado en la Sección 3.1.3, Figura 3.8) no es posible hacer búsquedas a través de los metadatos del esquema dado que el AA de la institución no trabaja bajo este estándar.

- **Dublin Core.** Al igual que LOM, permite realizar búsquedas a través del esquema de metadatos. Aún cuando la biblioteca digital de la UDGvirtual trabaja con el estándar Dublin Core, no es posible hacer búsquedas a través de todo el esquema de metadatos que describe a los OA, dado que éstos están etiquetados con el estándar LOM (dato presentado en la Sección 3.1.3, Figura 3.8).
- **SCORM.** Permite el uso y despliegue de los OA empaquetados bajo esta misma especificación. El hecho de que los entornos de las instituciones no trabajen bajo el estándar SCORM imposibilita el uso y despliegue de los OA empaquetados bajo el estándar. En el caso de la UDGvirtual no es posible desplegar los OA en entorno utilizado para el almacenamiento de los OA (Biblioteca Digital), no obstante si se pueden desplegar en el uno de AA utilizados, es decir en el AA de Moodle. En el caso de la DECyD-UAEM, de inicio no tienen problemas para desplegar sus OA dado que estos no son empaquetados bajo el estándar SCORM (dato presentado en la Sección 3.1.5, Figura 3.9), pero por otro lado, no es posible desplegar OA que si estén empaquetados.
- **SQI.** Permite la búsqueda federada de OA, es decir, búsqueda entre sistemas. Evidentemente el hecho de que no todos los entornos de las instituciones trabajen bajo esta especificación imposibilita la búsqueda de OA entre los entornos.

3.21. Hallazgo 21: Estándares y especificaciones recomendados por la propuesta de la norma mexicana

Una vez que se conocen los estándares y especificaciones adoptados por las instituciones en estudio y tomando en cuenta las ventajas de su adopción y las implicaciones que se presentan cuando no se utilizan, esto hablando términos de la creación de oportunidades para lograr la interoperabilidad; la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad recomienda la adopción de los estándares y especificaciones: LOM, SCORM y SQI. En los *Hallazgos 8 y 11* ya se había justificado el por qué se recomendaba la adopción de los estándares LOM y SCORM, no obstante, a continuación se reafirman el porque de estos dos estándares y se explica el por qué de la especificación SQI.

LOM

El uso de los estándares LOM se recomienda para el etiquetado de los OA. La importancia de la inclusión de los metadatos en el esquema de los OA radica en los beneficios que éstos aportan al momento de implementar los procesos de búsqueda y recuperación de los recursos dentro de los sistemas donde se encuentran almacenados. Cuando los OA están descritos con metadatos y se realizan búsquedas que generan resultados exitosos, se recuperan los atributos que caracterizan a los recursos, y con esta información se puede decidir si los recursos se recuperan o no para su uso. Por lo anterior, es importante que los OA se describan bajo un esquema de metadatos que contenga elementos que permitan describir ampliamente a los recursos. En el caso de que el estándar LOM no cubra totalmente los requerimientos en cuanto a metadatos se refiere, la recomendación es que se definan Perfiles de Aplicación de Metadatos del estándar (ver Hallazgo 10).

SCORM

El uso de la especificación Sharable Content Reference Model (SCORM) por una parte es recomendable para agregar y empaquetar contenidos de aprendizaje reutilizables, accesibles, interoperables, persistentes y descritos con metadatos en un sólo paquete, y cuando se desee establecer las reglas de secuencia y navegación que habrán de tener los contenidos de aprendizaje. Por otra parte, es recomendable utilizar la especificación SCORM, concretamente el Ambiente de Ejecución, para que los entornos para OA carguen y desplieguen los contenidos de aprendizaje previamente empaquetados con esta especificación. Por último es recomendable hacer uso de SCORM para poder establecer comunicación entre los contenidos de aprendizaje y el entorno de aprendizaje donde se despliegue el recurso.

SQI

El uso de la especificación Simple Query Interface (SQI) es recomendable cuando se tiene el objetivo de que dos sistemas, totalmente independientes y heterogéneos, establezcan comunicación para el intercambio de información, esto es, cuando se tiene el objetivo de los sistemas interoperen entre si. SQI posibilita el logro de la interoperabilidad tal y como lo dicta su definición, esto es, posibilitan que dos o más entornos para OA tengan la habilidad para comunicarse para intercambiar OA para posteriormente reutilizarlos. Para que esto sea posible, por una parte es necesario que los entornos para OA que vayan a interoperar implementen los servicios que dicta la especificación, y todos los que especifica la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad, para que sea posible implementar los procesos de comunicación de los entornos y la búsqueda y recuperación de los OA. Por otra parte es necesario que los OA que se deseen intercambiar hayan sido previamente etiquetados y empaquetados. El etiquetado es necesario para poder localizar los recursos y el empaquetado es necesario para que los recursos sean totalmente portables y así poder importarlos y exportarlos.

3.22. Hallazgo 22. Procesos de la interoperabilidad

Los procesos para la interoperabilidad representan el conjunto de actividades y acciones que se deben realizar para lograr la interoperabilidad entre entornos para OA, y de esta forma crear posibilidades para el uso compartido de los OA. Los procesos abarcan actividades y acciones que van desde el diseño y desarrollo de las Entidades de la Interoperabilidad hasta el uso y reuso de los OA dentro de los entornos para OA.

En este hallazgo se definen formalmente los procesos para la interoperabilidad identificados previamente. Los procesos provienen de las prácticas asociadas a la producción de OA (Figura 3.6) y de los mecanismos y servicios que se propuso que deben poseer los ROA y AA para posibilitar la interoperabilidad (Figura 3.12 y Figura 3.14, respectivamente).

La decisión de denominar a los mecanismos y servicios como procesos, es porque su presencia en los entornos para OA eventualmente permite que se implementen las acciones que posibilitan el logro de la interoperabilidad. De aquí que los procesos se visualizan desde dos enfoques:

1. **Desde el punto de vista del desarrollo-implementación.** Desde este enfoque los procesos son vistos como el conjunto de actividades y tareas que se tienen que realizar para generar los OA, ROA y AA, e implementarles características, mecanismos y servicios que posibiliten el logro de la interoperabilidad.
2. **Desde el punto de vista del uso-consumo.** Desde este enfoque los procesos son vistos como el conjunto de acciones que, a partir de la existencia de las Entidades de la Interoperabilidad junto con sus características, mecanismos y servicios, se deben realizar para lograr la interoperabilidad.

Un ejemplo de estos dos enfoques es el siguiente: El proceso *Acceso a entornos*, desde el punto de vista del *desarrollo-implementación* implica la implementación de un mecanismo que permita el acceso a los usuarios; y desde el punto de vista del

uso-consumo implica que el usuario proporcione sus credenciales de autenticación para ingresar al entorno para OA.

Los procesos de la interoperabilidad se listan en la tabla contenida en la Figura 3.16.

identificador	Procesos de la interoperabilidad
P1	Desarrollo de OA
P2	Etiquetado de OA
P3	Empaquetado de OA
P4	Agregación de OA
P5	Implementación de ROA
P6	Implementación de AA
P7	Acceso a Entornos
P8	Importación manual de OA
P9	Almacenado de OA
P10	Registro de OA
P11	Publicación de metadatos
P12	Cumplimiento del protocolo de evaluación de OA
P13	Publicación de OA
P14	Comunicación con entorno interno
P15	Búsqueda de OA en ROA
P16	Búsqueda interna de OA
P17	Búsqueda por palabras clave
P18	Búsqueda por metadatos
P19	Recuperación de metadatos de OA
P20	Localización de OA
P21	Armado de cursos
P22	Despliegue de OA
P23	Uso de OA
P24	Reutilización de OA
P25	Solicitud de OA
P26	Recuperación de OA
P27	Comunicación con ROA federado
P28	Búsqueda federada de OA (hacia entornos externos)
P29	Búsqueda federada de OA (desde entornos externos)
P30	Exportación de OA vía entornos
P31	Importación de OA vía entornos

Figura 3.16: Procesos de la Interoperabilidad entre entornos para OA.

Los procesos vistos desde el punto de vista del desarrollo-implementación son: P1, P2, P3, P4, P5, P6 y P12; y los vistos desde el punto de vista del uso-consumo

son: del P7 al P31, exceptuando P12.

Previo a definir los procesos de la interoperabilidad se considera necesario hacer la siguiente aclaración: cuando se presentó la lista de los mecanismos y servicios para los AA se mencionó que, en parte, para la definición de la lista se tomó como base la lista propuesta para los ROA, y por esta razón algunos ítems de estas listas eran los mismos. Así mismo se hizo la aclaración de que en algunos casos los ítems hacen referencia a la misma acción, no obstante las posibilidades que ofrecen dependen del entorno en donde estén presentes. Esta aclaración se retoma porque para la definición de la lista de los procesos de la interoperabilidad se unificarán los servicios cuyas posibilidades dentro de los entornos sean las mismas. Una vez hechas estas aclaraciones, enseguida se definen los procesos.

- **P1. Desarrollo de OA:** Proceso mediante el cual se producen los OA; es el proceso en el cual se analizan, diseñan y desarrollan los elementos digitales que formarán parte de un OA.
- **P2. Etiquetado de OA:** Proceso que consiste en identificar los atributos que describen las características de los OA, adoptar un esquema de metadatos para almacenar los atributos, y hacer el almacenamiento de los atributos en etiquetas de metadatos.
- **P3. Empaquetado de OA:** Proceso que consiste en alojar en un único archivo estandarizado todos los recursos digitales que forman parte de un OA, incluyendo los metadatos que lo describen.
- **P4. Agregación de OA:** Proceso mediante el cual se organizan y se establece de manera estandarizada la secuencia que tendrán los elementos digitales que componen a los OA.
- **P5. Implementación de ROA:** Proceso mediante el cual se generan los entornos para el almacenamiento de OA, y se crean los mecanismos y servicios para que el entorno permita el almacenamiento, búsqueda y recuperación de

OA. Este proceso puede implementarse de dos grandes formas: la primera corresponde al desarrollo completo de un sistema de software a la medida, implementación que implica llevar a cabo todas las fases del desarrollo de software; la segunda forma corresponde a la instalación de un ROA existente, sea éste una solución comercial, de software libre o un sistema propiedad de terceros. Cabe mencionar que cuando se opta por la instalación de un ROA existente, se corre el riesgo de que el sistema carezca de algún mecanismo o servicio necesario para lograr la interoperabilidad, y de ser este el caso, se tendrán que implementar dicho mecanismo o servicio.

- **P6. Implementación de AA:** Proceso mediante el cual se generan entornos para la entrega de OA, y se desarrollan los mecanismos necesarios para que el entorno permita la visualización de OA y el armado de cursos basados en OA. Al igual que en la implementación de ROA, este proceso puede implementarse mediante el desarrollo de un sistema de software a la medida, implementación que implica llevar a cabo todas las fases del desarrollo de productos de software, o bien, se puede optar por la implementación de una solución comercial, de software libre, o de terceros. Al igual que en el caso de los ROA, cuando se opta por la implementación de un sistema ya existente, se corre el riesgo de que el sistema carezca de los mecanismos que permitan el uso y reutilización de OA, o que cuente con funciones de gestión que pueden ser de poco interés para la institución que instala el AA.
- **P7. Acceso a entornos:** Proceso que permite acceder a los entornos para OA para a partir de esto, poder implementar el resto de los procesos que posibilitarán el logro de la interoperabilidad (típicamente el proceso consiste en autenticarse en el entorno proporcionando las credenciales de acceso).
- **P8. Importación manual de OA:** Proceso que consiste en alojar OA en los entornos para OA. Dentro de un AA la importación permite almacenar o agregar OA para que posteriormente sean susceptibles de formar parte de un

curso, y dentro de un ROA la importación hace referencia al almacenamiento de OA provenientes de otros sistemas o de productores de OA.

- **P9. Almacenado de OA:** Proceso que permite guardar o depositar un OA en un almacén de recursos. Este proceso esta asociado a un ROA. La diferencia que existe entre este proceso (P9) y el anterior (P8) es la procedencia de los OA y el entorno donde se depositan los recursos; si los recursos son propiedad de terceros se considera que es una importación, sin ser relevante el entorno; pero si el entorno en que se está guardando el OA es un AA se considera que es una importación, sin tener relevancia el origen de los recursos.
- **P10. Registro de OA:** Proceso que consiste en crear una ficha descriptiva de los OA dentro de los entornos en los que son almacenados o importados los recursos.
- **P11. Publicación de metadatos:** Proceso que consiste en publicar los metadatos que describen a los OA alojados en un ROA. El objetivo que persigue la implementación de este proceso es que los recursos alojados en un ROA sean susceptibles de ser buscados por entornos externos.
- **P12. Cumplimiento del protocolo de evaluación de OA:** Proceso que consiste en evaluar los diferentes aspectos tanto pedagógicos como tecnológicos de los OA con el propósito de determinar si son aptos para su uso. En el proceso en el que se verifica:
 - que los OA cuenten con todos sus componentes deseables, es decir, objetivo de aprendizaje, contenido, actividades, elementos de evaluación y metadatos.
 - que posean las propiedades que dicta el paradigma de los OA, es decir, que los OA sean accesibles, interoperables, portables, entre otras propiedades.
 - que los OA se desplieguen correctamente dentro de los AA y ROA.

- **P13. Publicación de OA:** Proceso mediante el cual los OA se establecen como disponibles y susceptibles de ser buscados ya sea de forma manual o vía entornos.
- **P14. Comunicación con entorno interno:** Proceso mediante el cual se establece comunicación entre el AA y el ROA. Para lograr lo anterior es necesario que ambos sistemas cuenten con mecanismos para establecer la comunicación.
- **P15. Búsqueda de OA en ROA:** Proceso que permite que un AA busque OA dentro un ROA. El ROA al que se hace referencia en la implementación de este proceso es un sistema interno, esto es, no pertenece a terceros.
- **P16. Búsqueda interna de OA:** Proceso que consiste en solicitar la búsqueda de OA dentro de un entorno para OA, ya sea por acceso manual al entorno, por la solicitud desde un AA local, o por la solicitud desde un entorno externo.
- **P17. Búsqueda por palabras clave:** Proceso que consiste en buscar OA dentro de un entorno a través de palabras específicas, tales como título, tema, autor, entre otras.
- **P18. Búsqueda por metadatos:** Proceso que consiste en buscar OA dentro de un entorno a través del todo el esquema de metadatos bajo el cual se etiquetaron los OA.
- **P19. Recuperación de metadatos de OA:** Proceso mediante el cual se obtienen los metadatos que describen a los OA almacenados en un entorno.
- **P20. Localización de OA:** Proceso que consiste en solicitar la localización de un OA dentro de un entorno. La localización se hace a partir de la información obtenida en la recuperación de los metadatos que describen a los OA.
- **P21. Armado de cursos:** Proceso que consiste en crear cursos con los OA disponibles en un AA.

- **P22. Despliegue de OA:** Proceso que al implementarse permite la visualización de OA dentro los AA y ROA.
- **P23. Uso de OA:** Proceso que permite utilizar los OA alojados en un AA, ya sea individualmente, o formando parte de cursos basados en OA.
- **P24. Reutilización de OA:** Proceso que permite que los OA sean utilizados en múltiples contextos educativos, ya sea en el desarrollo de OA formando parte de nuevos recursos, o bien, formado parte de cursos basados en OA.
- **P25. Solicitud de OA:** Proceso que consiste en solicitar la recuperación de los OA almacenados en un ROA.
- **P26. Recuperación de OA:** Proceso que consiste en recuperar los OA almacenados en un ROA, ya sea a través de la descarga directa del recurso u obteniendo la dirección URL donde se encuentra alojado el recurso.
- **P27. Comunicación con ROA Federado:** Proceso mediante el cual se establece comunicación con ROA externos para enviar y recibir solicitudes de búsqueda de OA.
- **P29. Búsqueda Federada de OA (hacia entornos externos):** Proceso que al implementarse permite enviar solicitudes de búsqueda de OA a ROA externos.
- **P28. Búsqueda Federada de OA (desde entornos externos):** Proceso que al implementarse permite que un ROA reciba solicitudes de búsqueda de OA desde entornos externos.
- **P30. Exportación de OA vía entornos:** Proceso que consiste en entregar OA a entornos externos que solicitaron la recuperación de los recursos.
- **P31. Importación de OA vía entornos:** Proceso que consiste en importar OA provenientes de ROA externos. En este proceso la solicitud de la recuperación de los recursos se realiza vía entornos.

3.23. Expectativas de adopción de la propuesta de la norma

En este capítulo se identificaron, definieron y establecieron los aspectos normativos y recomendados de la propuesta de la norma mexicana. Los aspectos evidentemente están asociados a los elementos que posibilitan la interoperabilidad. Por otra parte, se identificaron los procesos que se considera que es necesario implementar a fin de desarrollar OA, ROA y AA y dotarles de propiedades, mecanismos y servicios para crear oportunidades de lograr la interoperabilidad. Con todos los elementos identificados es posible dibujar un amplio esquema del proceso completo de la interoperabilidad dentro del eLearning.

Sería deseable que las instituciones adoptaran todos los aspectos normativos e implementaran todos los procesos de la interoperabilidad, y de esta forma se crearan oportunidades para lograr esta característica. No obstante, si se toma en cuenta: que algunas instituciones implementan más procesos que otras, que la implementación de procesos integrales como lo es la interoperabilidad demanda una gran inversión tanto de esfuerzos como de recursos, que a la fecha en México no hay casos exitosos de interoperabilidad; no se espera que de hoy en adelante, con existencia de la propuesta de la norma mexicana estas situaciones cambien. Lo que se espera que se logre con la adopción de la propuesta, es que la implementación de las prácticas asociadas a las entidades de la interoperabilidad sea mejor planeada, más encausada a lograr beneficios. Se considera que un excelente inicio sería centrarse en la implementación de los procesos asociados a los OA (*Desarrollo de OA, Etiquetado de OA, Empaquetado de OA y Agregación de OA*), bajo las especificaciones de la propuesta de la norma, y con esto, se produjeran OA altamente interoperables, susceptibles de ser almacenados, usados y reutilizados en diferentes entornos para OA.

Capítulo 4

Marco de Referencia para la Interoperabilidad en México

El Marco de Referencia de Interoperabilidad entre Entornos para Objetos de Aprendizaje (MRI-EOA) tiene como propósito dar a conocer el conjunto de acciones que es necesario implementar alrededor de las entidades de la interoperabilidad para lograr el uso compartido de OA; así mismo tiene el propósito de modelar la relación, flujo y dependencia que existe entre este conjunto de acciones. Por otra parte, el MRI-EOA tiene el propósito de ayudar a determinar la capacidad que tienen las instituciones que trabajan con las entidades de la interoperabilidad para interoperar con terceros. Para lograr lo anterior el MRI-EOA se compone de cuatro elementos, mismos que se listan y describen brevemente a continuación:

1. *Lista de procesos para la interoperabilidad entre entornos para Objetos de Aprendizaje:* Lista de 31 procesos que agrupan el conjunto de actividades y acciones que se deben implementar para lograr la interoperabilidad entre entornos para OA.
2. *Modelo de Operación de los Objetos de Aprendizaje:* Red conceptual que modela la operación de los OA a través de los procesos de la interoperabilidad.
3. *Propuesta para determinar el nivel de interoperabilidad:* Conjunto de 7 niveles

destinados a medir los esfuerzos asociados a las entidades de la interoperabilidad que realizan las organizaciones con aras de lograr la interoperabilidad.

4. *Plantilla para determinar el nivel de interoperabilidad:* Instrumento que ayuda a determinar el nivel de interoperabilidad que tienen las organizaciones que implementan los procesos de la interoperabilidad.

Dado que el primer elemento que compone el MRI-EOA, esto es, los procesos para la interoperabilidad entre entornos para OA ya se definieron en la Sección 3.3, se procederá a explicar el resto de los elementos del marco de referencia.

4.1. Modelo de Operación de los Objetos de Aprendizaje

El Modelo de Operación de los OA está representado en la *red conceptual* contenida en la Figura 4.1.

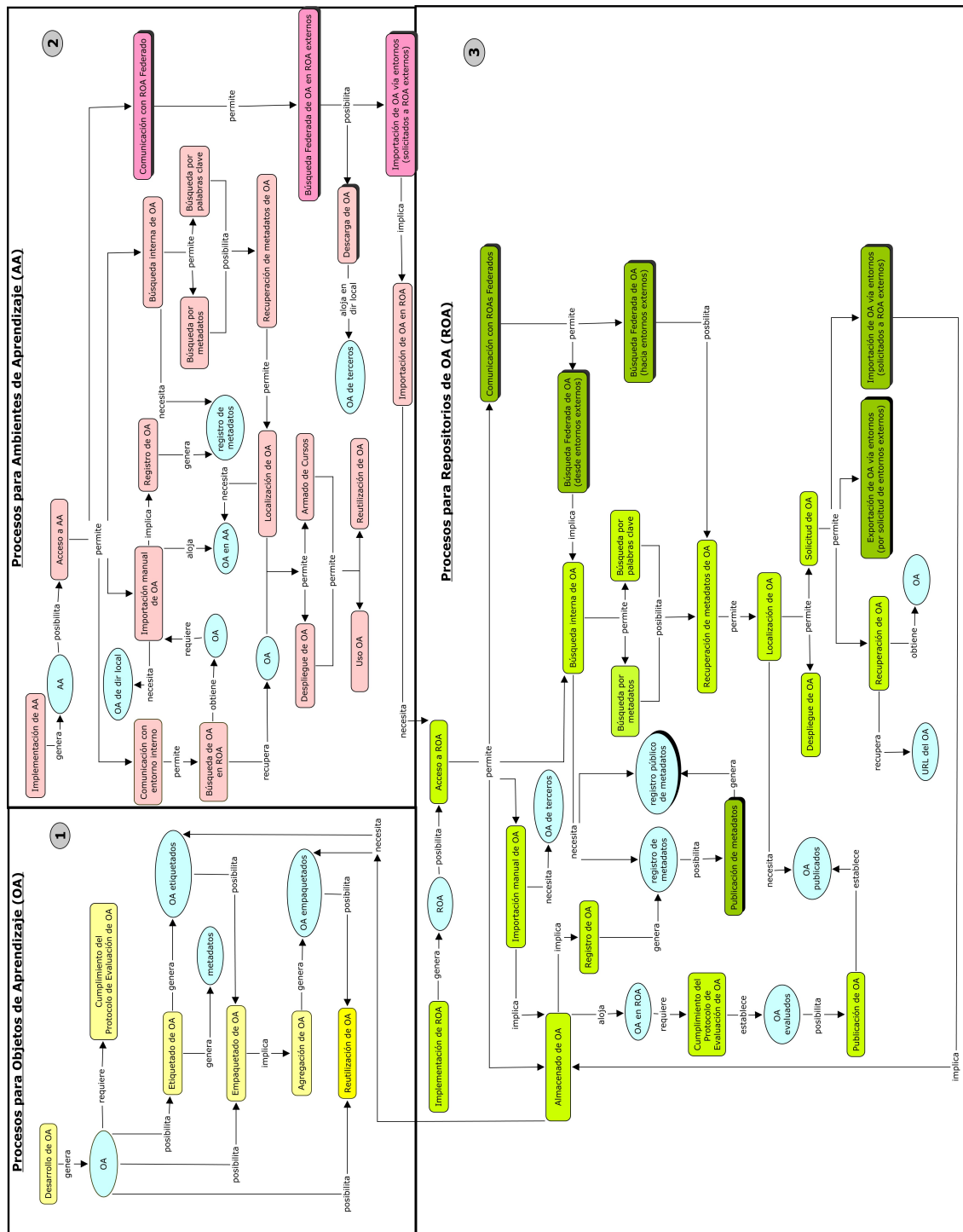


Figura 4.1: Modelo de operación de OA.

A través de este instrumento se muestra gráficamente la relación y flujo que tienen los procesos de la interoperabilidad entre entornos para OA, y se indican los productos que se pueden generar cuando las entidades de la interoperabilidad cuentan con las características, mecanismos y servicios que posibilitan el cumplimiento de los

procesos. La nomenclatura utilizada en la red es la siguiente:

- Los nodos con forma rectangular contienen los procesos de la interoperabilidad.
- Las palabras de enlace indican las acciones que propician el cumplimiento de cada proceso.
- Los nodos con forma de óvalos contienen los productos que se generan al implementar los procesos.
- Los nodos color amarillo o enmarcados en el recuadro 1 contienen los procesos asociados a los OA.
- Los de color rosa o enmarcados en el recuadro 2 contienen los asociados a los AA.
- Los nodos de color verde o enmarcados en el recuadro 3 contienen los asociados a los ROA.

Con el propósito de que se aprecie visualmente la red que modela la operación de OA, ésta se dividió en tres imágenes (Figuras 4.2, 4.3 y 4.4, presentadas en las subsecciones 4.1.1, 4.1.2 y 4.1.3, respectivamente). La Figura 4.2 modela los procesos asociados a los OA, la Figura 4.3 los asociados a los AA y la Figura 4.4 los asociados a los ROA.

4.1.1. Procesos asociados a los Objetos de Aprendizaje

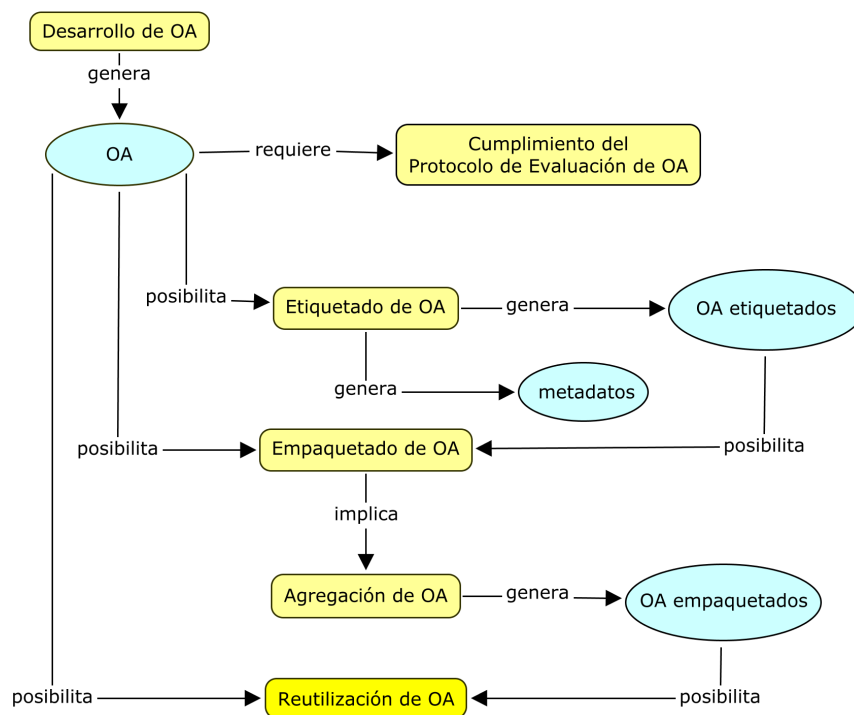


Figura 4.2: Modelo de operación de OA – Procesos OA.

La interpretación textual del Modelo de Operación de OA, sección OA (Figura 4.2) es la siguiente: el *Desarrollo de OA* genera OA; los OA posibilitan los procesos de *Etiquetado de OA*, *Empaquetado de OA* y *Reutilización de OA*. El *Etiquetado de OA* genera metadatos y OA etiquetados, y posibilita el *Empaquetado de OA*. El *Empaquetado de OA* implica implementar el proceso de *Agregación de OA* y éste en conjunto con el anterior generan OA empaquetados.

4.1.2. Procesos asociados a los Ambientes de Aprendizaje

La interpretación textual del Modelo de Operación de OA, sección AA (Figura 4.3) es la siguiente: la *Implementación de AA* genera AA, y la existencia de estos entornos posibilita el *Acceso a AA*.

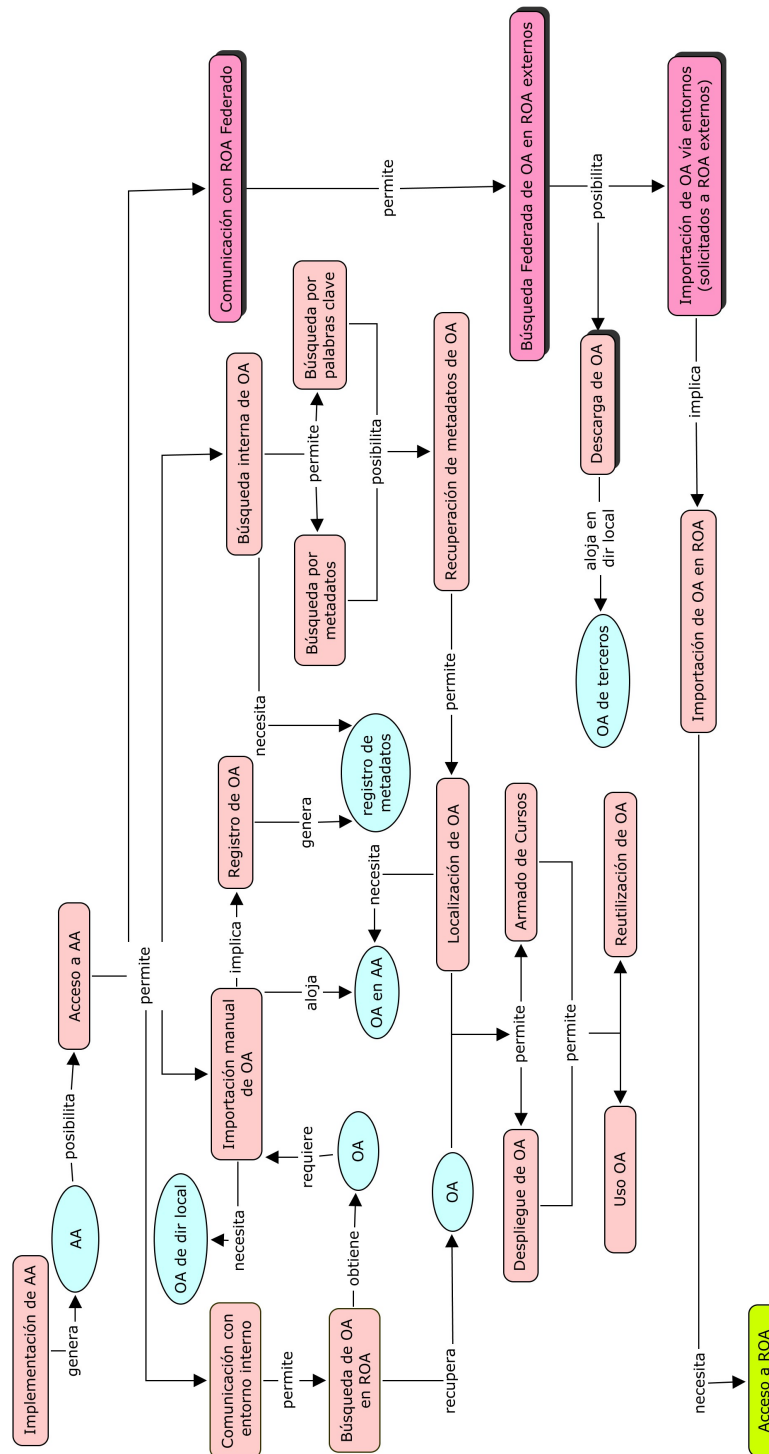


Figura 4.3: Modelo de operación de OA – Procesos AA.

El acceso a un AA permite la implementación de los siguientes procesos:

- Comunicación con entorno interno:** la implementación de este proceso permite realizar *Búsqueda de OA dentro de un ROA* interno. Para la implementación del proceso de la *Búsqueda de OA en ROA* es necesario que el AA

se comunique con un ROA (local), y una vez que esto se cumpla se tendrá la posibilidad de cumplir con el proceso de búsqueda interna de OA dentro de un ROA, y todos los procesos que este último proceso posibilita hasta llegar a obtener un OA o el URL de la dirección física del recurso.

- **Importación manual de OA:** la implementación de este proceso dentro de un AA implica hacer el *Registro de OA*. La importación de OA es el proceso mediante el cual los OA son alojados en un AA. Cabe recordar que los OA alojados en un AA principalmente son para que los recursos eventualmente formen parte de cursos, y no para ser localizados por terceros ya que el AA no es un entorno para ese fin.
- **Búsqueda interna de OA:** para el cumplimiento de este proceso es necesario la existencia de un registro de OA. El proceso de *Búsqueda interna de OA* permite implementar los procesos de *Búsqueda por metadatos* o *Búsqueda por palabras clave*, y la implementación estos últimos posibilita la recuperación de los metadatos que describen un OA. La *Recuperación de metadatos de OA* permite obtener información con la cual se puede decidir si se opta o no por la localización de OA. Para implementar el proceso de *Localización de OA* es necesario que el AA cuente con OA previamente importados. La *Localización de OA* dentro de un AA permite el *Despliegue de OA* y el *Armado de cursos*, y ambos procesos permiten el uso y/o reuso de los OA.
- **Comunicación con ROA federados:** la implementación de este proceso permite realizar la *Búsqueda Federada de OA en ROA externo*. El cumplimiento de este proceso permite la *Descarga de OA* y la *Importación de OA vía entornos*. El proceso de *Importación de OA vía entornos* implica cumplir con el proceso de importación de OA.

El acceso a un ROA permite la implementación de los siguientes procesos:

- **Almacenado de OA:** la implementación de este proceso a su vez implica implementar el proceso de *Registro de OA*. El *Registro de OA* genera un registro de metadatos, y la existencia de metadatos posibilita la implementación del proceso de *Publicación de metadatos*. La *Publicación de metadatos* establece a los OA como recursos visibles y susceptibles de ser buscados desde entornos externos. El resultado de la implementación del proceso de *Almacenado de OA* genera como resultado: OA alojados dentro del ROA, y estos recursos requieren que sean sometidos al *Cumplimiento del Protocolo de Evaluación de OA*. La implementación del proceso *Cumplimiento del protocolo de evaluación de OA* posibilita la *Publicación de OA*, y la *Publicación de OA* establece a los OA como recursos disponibles para formar parte de los resultados de las búsquedas de OA.
- **Importación manual de OA:** para implementar este proceso es necesario contar con OA propiedad de terceros, e implica implementar el proceso de *Almacenado de OA*.
- **Búsqueda interna de OA:** para implementar este proceso es necesario que exista de un registro de metadatos, estos elementos permiten la implementación de los procesos de *Búsqueda por metadatos* y *Búsqueda por palabras clave*, y la implementación de cualquiera de estos dos procesos posibilita la recuperación de los metadatos que describen los OA alojados en el ROA. El proceso de *Recuperación de metadatos de OA* permite obtener información con la cual se puede decidir si se opta o no por la localización de OA. Para poder implementar el proceso de *Localización de OA* es necesario que el ROA tenga almacenados OA con estatus público, es decir, que los OA sean susceptibles de formar parte de resultados de búsquedas. La *Localización de OA* permite implementar el proceso de *Solicitud de OA*, y este proceso a su vez permite la *Recuperación de OA*, ya sea a través de la recuperación y entrega del URL

de la ubicación física del OA, permitiendo la descarga del recurso, o su exportación. Si la petición de búsqueda de OA fue recibida desde el AA interno, es decir, no desde un sistema externo, el ROA debe entregar al AA el URL de la dirección de los recursos, o bien, debe entregar los OA a este entorno. Si la solicitud de búsqueda de OA fue recibida desde un entorno externo, la *Localización de OA* permite la *Exportación de OA vía entornos*. Si la solicitud fue lanzada desde el ROA hacia un ROA externo, la *Solicitud de OA* permite pedir la *Importación de OA vía entornos*.

- **Comunicación con ROA Federados:** la implementación de este proceso permite realizar la *Búsqueda Federada de OA*, es decir, búsquedas desde y hacia entornos.

4.2. Determinación del Nivel de Interoperabilidad

La propuesta define un total de siete niveles cuya función es medir los esfuerzos que realizan las instituciones, grupos de investigación y centros de producción de medios al momento de desarrollar OA e implementar entornos para su almacenamiento y uso. En las siguientes sub-secciones se describen los niveles propuestos para determinar el nivel de interoperabilidad.

4.2.1. Niveles para medir la interoperabilidad

Como ya se mencionó, los niveles permiten medir los esfuerzos que se invierten en la implementación de los procesos de la interoperabilidad, razón por la cual los niveles agrupan conjuntos de procesos. Antes de continuar, es importante mencionar que los niveles no agrupan un número uniforme de procesos. Así mismo, se considera oportuno indicar de manera generalizada los criterios y acciones que se realizaron para la definición de los niveles para medir la capacidad de interoperación:

- Se analizaron las implicaciones que demanda la implementación de los procesos

desde el *punto de vista del desarrollo-implementación*.

- Se agruparon procesos asociados a cada entidad de la interoperabilidad.
- Se agruparon procesos cuya implementación genera productos y servicios que propicien oportunidades para el uso compartido de OA.

En la tabla contenida en la Figura 4.5 se listan y definen los siete niveles propuestos para medir la interoperabilidad. Para hacer referencia a los niveles, se utilizará la letra “n” seguida del número de cada nivel.

Nivel	Definición
n1	Nivel que agrupa los procesos asociados a los OA.
n2	Nivel que agrupa los procesos asociados a los OA y los que posibilitan el uso de OA dentro de un AA.
n3	Nivel que agrupa los procesos asociados a los OA y los que hacen de un AA un entorno independiente capaz de entregar cursos basados en OA.
n4	Nivel que agrupa los procesos asociados a los OA y los que posibilitan el almacenamiento, búsqueda y localización de OA en un ROA.
n5	Nivel que agrupa los procesos asociados a los OA y los que hacen de un ROA un entorno independiente que funja como almacén y proveedor de OA.
n6	Nivel que agrupa los procesos asociados a los OA, los que hacen de un AA un entorno independiente capaz de entregar cursos basados en OA, los que hacen de un ROA un entorno independiente que funja como almacén y proveedor de OA, y adicionalmente agrupa los procesos que permitan que un AA busque y recupere OA de un ROA.
n7	Nivel que agrupa los procesos que definen al nivel n5 y los que posibilitan que los entornos para OA puedan comunicarse para intercambiar OA.

Figura 4.5: Propuesta de los niveles para medir la interoperabilidad

4.2.2. Composición y descripción de los niveles

La composición de los niveles para medir la interoperabilidad de OA está dada por el conjunto de procesos cuyo cumplimiento puede ser necesario, recomendable o deseable. En la matriz contenida en la Figura 4.6 se muestran los niveles de la interoperabilidad entre entornos para OA. A continuación se describen los elementos de la matriz:

- La primera columna de la matriz contiene el identificador de los procesos de la interoperabilidad, la segunda los nombres de los procesos y el resto de las columnas contienen los niveles propuestos para determinar el nivel de la interoperabilidad.
- Los cruces de fila y columna sombreados indican los procesos que componen los niveles.
- Las celdas con relleno sólido indican que la implementación del proceso asociado a la celda es necesario para lograr el nivel, el relleno con líneas horizontales indica que la implementación del proceso es recomendado, y las celdas con relleno cuadriculado indican que la implementación del proceso es deseable.

Id Procesos	Procesos para la interoperabilidad	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7
		OA	OA+AA	OA+ROA	OA+AA+ROA			
P1	Desarrollo de OA							
P2	Etiquetado de OA							
P3	Empaquetado de OA							
P4	Agregación de OA							
P5	Implementación de ROA							
P6	Implementación de AA							
P7	Acceso a Entorno							
P8	Importación manual de OA							
P9	Almacenado de OA							
P10	Registro de OA							
P11	Publicación de metadatos							
P12	Cumplimiento del protocolo de Evaluación de OA							
P13	Publicación de OA							
P14	Comunicación con entorno interno							
P15	Búsqueda de OA en ROA							
P16	Búsqueda Interna de OA							
P17	Búsqueda por palabras clave							
P18	Búsqueda por metadatos							
P19	Recuperación de metadatos de OA							
P20	Localización de OA							
P21	Armado de cursos							
P22	Despliegue de OA							
P23	Uso de OA							
P24	Reutilización de OA							
P25	Solicitud de OA							
P26	Recuperación de OA							
P27	Comunicación con ROA Federado							
P28	Búsqueda Federada de OA (hacia entornos externos)							
P29	Búsqueda Federada de OA (desde entornos externos)							
P30	Exportación de OA vía entornos							
P31	Importación de OA vía entornos							

Figura 4.6: Niveles para medir la interoperabilidad de OA

Para considerar que se alcanza un determinado nivel de interoperabilidad, es preciso que se implementen todos los procesos marcados como necesarios, sin afectar que no se implementen los establecidos como recomendados o deseables. A continuación se describe la interpretación del cumplimiento de los niveles de la interoperabilidad.

n1. Para considerar que se logra el primer nivel de interoperabilidad de OA es:

- **Necesario:** El desarrollo y etiquetado de OA, y que los recursos sean depositados en un almacén para OA.
- **Recomendado:** El empaquetado y agregación de OA, y que se implemente el protocolo de evaluación de OA.
- **Deseable:** Que para el desarrollo se reutilicen OA.

n2. Para considerar que se alcanza el segundo nivel de interoperabilidad de OA es:

- **Necesario:** El desarrollo, etiquetado, empaquetado y agregación de OA, y que los recursos sean depositados en un almacén para OA. Por otra parte, es necesario que se implemente un AA con servicios para accederlo; que dentro de este entorno se puedan importar y registrar OA; que el AA cuente con mecanismos para la búsqueda y localización de OA (evidentemente, recursos previamente importados). Por último, es necesario que el AA cuente con mecanismos para el despliegue y visualización de OA.
- **Recomendado:** Que el AA cuente con mecanismos para la búsqueda de OA a través de palabras clave y a través de todo el esquema de metadatos bajo el cual se describieron los OA previamente registrados; que el AA permita la recuperación de los metadatos que describan los recursos buscados; que el AA cuente con mecanismos que permitan armar cursos basados en OA. Por último, es recomendable que se implemente el protocolo de evaluación de OA, tanto en el desarrollo de OA, como en las pruebas de despliegue y usabilidad del recurso dentro del AA.
- **Deseable:** Que para el desarrollo se reutilicen OA, y que los OA alojados en el AA sean usados y reutilizados dentro del entorno.

n3. Para considerar que se alcanza el tercer nivel de interoperabilidad de OA es:

- **Necesario:** El desarrollo, etiquetado, empaquetado y agregación de OA, y que los recursos sean depositados en un almacén para OA. Por otra parte, es necesario que se implemente un AA con servicios para accederlo; que dentro del entorno se puedan importar y registrar OA; que el AA cuente con mecanismos para la búsqueda de OA a través de palabras clave y a través de todo el esquema de metadatos bajo el cual se describieron los OA alojados en el AA; que el AA permita la recuperación de los metadatos que describan los recursos buscados, y que posibilite la localización de OA. Por último, es necesario que el AA cuente con mecanismos para el despliegue de OA y armado de cursos basados en OA.
- **Recomendado:** Que se implemente el protocolo de evaluación de OA, tanto en el desarrollo de OA, como en las pruebas de despliegue y usabilidad del recurso dentro del AA.
- **Deseable:** Que para el desarrollo se reutilicen OA, y que los OA alojados en el AA sean usados y reutilizados dentro del entorno, ya sea como recursos independientes, o como parte de los cursos basados en OA.

n4. Para considerar que se alcanza el cuarto nivel de interoperabilidad de OA es:

- **Necesario:** El desarrollo, etiquetado, empaquetado y agregación de OA, y que los recursos sean depositados en un almacén para OA. Por otra parte, es necesario que se implemente un ROA con servicios para accederlo; que dentro del entorno se puedan importar y almacenar OA; y que en el ROA se puedan registrar los recursos alojados. Por último, que el ROA cuente con mecanismos para la implementación de los procesos de Publicación, Búsqueda y Localización de OA.
- **Recomendado:** Que se implemente el proceso del Cumplimiento del protocolo de evaluación de OA, tanto en el desarrollo de OA, como en las pruebas de despliegue del recurso dentro ROA; que el ROA cuente con mecanismos para

la búsqueda de OA a través de palabras clave y a través de todo el esquema de metadatos bajo el cual se describieron los OA previamente registrados; que el ROA permita la recuperación de los metadatos que describan los recursos buscados; que el ROA cuente con mecanismos para el despliegue de OA; y que el ROA permita la solicitud de OA que se hayan encontrado como resultado de una búsqueda. Por último, que el ROA permita la Recuperación de OA, ya sea la obtención de la dirección URL, o permitiendo su descarga.

- **Deseable:** Que para el desarrollo se reutilicen OA.

n5. Para considerar que se alcanza el quinto nivel de interoperabilidad de OA es:

- **Necesario:** El desarrollo, etiquetado, empaquetado y agregación de OA, y que los recursos sean depositados en un almacén para OA. Por otra parte, es necesario que se implemente un ROA con servicios para accederlo; que dentro del entorno se puedan importar y almacenar OA; que se puedan registrar los OA alojados en el entorno; que el ROA cuente con mecanismos que permitan la búsqueda de OA a través de palabras clave y a través de todo el esquema de metadatos bajo el cual se describieron los OA previamente registrados; que el ROA permita la recuperación de los metadatos que describan los recursos buscados; que el ROA cuente con mecanismos para el despliegue de OA; y que el ROA permita la solicitud de OA que se hayan encontrado como resultado de una búsqueda. Por último, que el ROA permita la recuperación de OA, ya sea la obtención de la dirección URL, o permitiendo su descarga
- **Recomendado:** Que se implemente el protocolo de evaluación de OA, tanto en el desarrollo de OA, como en las pruebas de despliegue del recurso dentro ROA.
- **Deseable:** Que para el desarrollo se reutilicen OA.

n6. Para considerar que se alcanza el sexto nivel de interoperabilidad de OA es:

- **Necesario:** Implementar todos los procesos de los niveles n3 y n5. Por otra parte, que el AA y el ROA cuenten con mecanismos para comunicarse para que el AA pueda buscar recursos en el ROA.
- **Recomendado:** Que se implemente el protocolo de evaluación de OA en el desarrollo de OA, en las pruebas de despliegue de los recursos en ambos entornos, y en las pruebas usabilidad del recurso dentro AA; la publicación de los metadatos que describen los OA almacenados en el ROA para que los recursos puedan ser buscados desde entornos externos; que los entornos cuenten con mecanismos para comunicarse con sistemas externos; que los entornos puedan lanzar búsquedas de OA hacia ROA externos, y que el ROA acepte solicitudes de búsquedas externas. Por último es recomendado que los entornos cuenten con mecanismos para solicitar la importación de OA vía entornos y que el ROA permita la exportación de OA vía entornos.
- **Deseable:** Que para el desarrollo se reutilicen OA, y que los OA alojados en el AA sean usados y reutilizados dentro del entorno, ya sea como recursos independientes o como parte de los cursos basados en OA.

n7. Para considerar que se alcanza el séptimo nivel de interoperabilidad de OA es:

- **Necesario:** La implementación de los procesos necesarios y recomendados del nivel n6, exceptuando el cumplimiento del protocolo de evaluación de OA.
- **Recomendado:** Que se implemente el protocolo de evaluación de OA en el desarrollo de OA, en las pruebas de despliegue de los recursos en ambos entornos, y en las pruebas usabilidad del recurso dentro AA.
- **Deseable:** Que para el desarrollo se reutilicen OA, y que los OA alojados en el AA sean usados y reutilizados dentro del entorno, ya sea como recursos independientes o como parte de los cursos basados en OA.

4.2.3. Identificación de oportunidades para la reutilización de OA en los niveles de la interoperabilidad

La posibilidad de implementar el proceso de Reutilización de OA es el gran beneficio que se obtiene cuando se logra la interoperabilidad dentro del e-Learning. La reutilización se puede dar en dos momentos importantes: en la implementación del proceso Desarrollo de OA a partir de recursos existentes y en la implementación del proceso de Armado de cursos basados en OA.

Las formas que posibilitan la reutilización de OA se pueden generalizar en dos categorías: “*hacia adentro*” y “*hacia afuera*”.

- La forma “*hacia adentro*” agrupa las posibilidades que se pueden consumir cuando se implementan los procesos de la interoperabilidad.
- La forma “*hacia afuera*” agrupa las posibilidades que generan o propician con la implementación de los procesos de la interoperabilidad.

En la matriz contenida en la Figura 4.7 se indica cuáles son los procesos que generan oportunidades para implementar el procesos de Reutilización de OA. A continuación se describen los elementos de la matriz:

- Los procesos que generan oportunidades para implementar el procesos de Reutilización de OA están resaltados con un óvalo.
- Los óvalos rellenos con líneas diagonales corresponden a los procesos que generan oportunidades para la reutilización “*hacia adentro*”.
- Los óvalos con líneas verticales corresponden a los procesos que generan oportunidades para la reutilización “*hacia afuera*”.

Id Procesos	Procesos para la interoperabilidad	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7
		OA	OA+AA	OA+ROA	OA+AA+ROA	OA+AA+ROA	OA+AA+ROA	OA+AA+ROA
P1	Desarrollo de OA	///	///	///	///	///	///	///
P2	Etiquetado de OA	///	///	///	///	///	///	///
P3	Empaquetado de OA	///	///	///	///	///	///	///
P4	Agregación de OA	///	///	///	///	///	///	///
P5	Implementación de ROA	///	///	///	///	///	///	///
P6	Implementación de AA	///	///	///	///	///	///	///
P7	Acceso a Entorno	///	///	///	///	///	///	///
P8	Importación manual de OA	///	///	///	///	///	///	///
P9	Almacenado de OA	///	///	///	///	///	///	///
P10	Registro de OA	///	///	///	///	///	///	///
P11	Publicación de metadatos	///	///	///	///	///	///	///
P12	Cumplimiento del protocolo de Evaluación de OA	///	///	///	///	///	///	///
P13	Publicación de OA	///	///	///	///	///	///	///
P14	Comunicación con entorno interno	///	///	///	///	///	///	///
P15	Búsqueda de OA en ROA	///	///	///	///	///	///	///
P16	Búsqueda Interna de OA	///	///	///	///	///	///	///
P17	Búsqueda por palabras clave	///	///	///	///	///	///	///
P18	Búsqueda por metadatos	///	///	///	///	///	///	///
P19	Recuperación de metadatos de OA	///	///	///	///	///	///	///
P20	Localización de OA	///	///	///	///	///	///	///
P21	Armado de cursos	///	///	///	///	///	///	///
P22	Despliegue de OA	///	///	///	///	///	///	///
P23	Uso de OA	///	///	///	///	///	///	///
P24	Reutilización de OA	///	///	///	///	///	///	///
P25	Solicitud de OA	///	///	///	///	///	///	///
P26	Recuperación de OA	///	///	///	///	///	///	///
P27	Comunicación con ROA Federado	///	///	///	///	///	///	///
P28	Búsqueda Federada de OA (hacia entornos externos)	///	///	///	///	///	///	///
P29	Búsqueda Federada de OA (desde entornos externos)	///	///	///	///	///	///	///
P30	Exportación de OA vía entornos	///	///	///	///	///	///	///
P31	Importación de OA vía entornos	///	///	///	///	///	///	///

Figura 4.7: Identificación de oportunidades para la reutilización de OA.

A continuación se describen las formas que posibilitan la reutilización en cada nivel de interoperabilidad.

n1. En este nivel la reutilización se puede dar:

- **Hacia adentro:** En el proceso de desarrollo de OA a partir de recursos existentes, ya sean propios, compartidos por terceros, o descargados de un ROA.
- **Hacia afuera:** Considerando que en este nivel no figuran los entornos para OA, y que el Almacenado de OA es un proceso requerido de implementar; se hace necesario almacenar los OA en sistemas de terceros, y esto genera las siguientes posibilidades¹:

1. Que los OA sean reutilizados en nuevos procesos de desarrollo.

¹**Nota:** Cabe recalcar que los enunciados contenidos en los puntos 1, 2 y 3 son meras posibilidades, y que su éxito va a depender de lo útil que puedan ser los recursos para terceros (para el punto 1), y de los servicios con los que cuenten los entornos donde se alojen los OA (para los puntos 2 y 3).

2. Si los recursos son alojados en un AA, es decir importados, los OA eventualmente pueden formar parte de cursos basados en OA.
3. Si los recursos son alojados en un ROA, eventualmente pueden ser descargados del entorno.

n2. En este nivel la reutilización se puede dar:

- **Hacia adentro:** Además de las posibilidades del nivel **n1**, se tiene la posibilidad de importar OA en el AA para su uso como elementos individuales.
- **Hacia afuera:** Mismas posibilidades del nivel **n1**.

n3. En este nivel la reutilización se puede dar:

- **Hacia adentro:** Además de las posibilidades del nivel **n1**; con los OA alojados en el AA, sean estos propios o importados, se tiene la posibilidad de utilizarlos múltiples veces como recursos individuales, o reutilizarlos en el armado de cursos basados en OA.
- **Hacia afuera:** Mismas posibilidades del nivel **n1**.

n4. En este nivel la reutilización se puede dar:

- **Hacia adentro:** En el proceso de desarrollo de OA a partir de recursos existentes, ya sean propios, compartidos manualmente por terceros, o importados en el ROA (entorno que figura en este nivel).
- **Hacia afuera:** Mismas posibilidades del nivel **n1**.

n5. En este nivel la reutilización se puede dar:

- **Hacia adentro:** Mismas posibilidades del nivel **n4**.
- **Hacia afuera:** Además de las posibilidades del nivel **n1**, al ser la Recuperación de OA un proceso necesario de implementar, se crean oportunidades para que

los OA puedan ser descargados del ROA, y esto a su vez genera las siguientes posibilidades ²:

- Que los OA sean reutilizados en nuevos procesos de desarrollo.
- Que los OA sean importados en un AA y eventualmente puedan formar parte de cursos basados en OA.
- Que los OA sean importados en un ROA y que eventualmente pueden ser descargados del entorno.

n6. En este nivel la reutilización se puede dar:

- **Hacia adentro:** En el proceso de desarrollo de OA a partir de recursos existentes, ya sean propios, compartidos por terceros, o descargados de un ROA. Por otra parte, con los OA alojados en los dos entornos, sean estos propios o importados, se tiene la posibilidad de utilizarlos múltiples veces en el AA como recursos individuales, o reutilizarlos en el armado de cursos basados en OA.
- **Hacia afuera:** Mismas posibilidades del nivel **n5**.

n7. En este nivel la reutilización se puede dar:

- **Hacia adentro:** En el proceso de desarrollo de OA a partir de recursos existentes, sean éstos propios, compartidos manualmente por terceros, o importados, ya sea manualmente, o vía entornos. Por otra parte, con los OA alojados en los dos entornos, sean éstos propios o importados, se tiene la posibilidad de utilizarlos múltiples veces en el AA, como recursos individuales, o reutilizarlos en el armado de cursos basados en OA.

²**Nota:** Cabe recalcar que los enunciados contenidos en los puntos 1, 2 y 3 son meras posibilidades y que su éxito va a depender de lo útil que puedan ser los recursos para quien los descargue (para el punto 1), y de los servicios con los que cuenten los entornos donde se importen los OA (para la los puntos 2 y 3).

- **Hacia afuera:** Además de las posibilidades del nivel **n1**, al ser la recuperación de OA y la exportación de OA vía entornos procesos necesarios de implementar, se crean las oportunidades de que los OA puedan ser descargados y exportados del ROA, y esto a su vez genera las mismas posibilidades del nivel **n5**.

4.3. Plantilla para determinar el nivel de interoperabilidad

La plantilla es el instrumento que ayuda a determinar el nivel de interoperabilidad que tienen las instituciones que implementan los procesos de la interoperabilidad. La plantilla tiene el propósito de ayudar a determinar, de una manera sencilla y rápida, el nivel de interoperabilidad de las instituciones. Para lograr lo anterior, la plantilla tiene elementos que permiten indicar las entidades de la interoperabilidad con las que trabajan las instituciones, así como los procesos que se implementan alrededor de estas. En la Figura 4.8 se muestra una imagen de la plantilla para determinar el nivel de Interoperabilidad.

Entidades de la Interoperabilidad		Procesos para la interoperabilidad							ROA	AA	OA	n1 OA	n2 OA+AA	n3 OA+ROA	n4 OA+AA+ROA	n5 OA+AA+ROA	n6 OA+AA+ROA	n7 OA+AA+ROA			
Id Procesos		Procesos para la interoperabilidad									OA	AA	ROA	n1 OA	n2 OA+AA	n3 OA+ROA	n4 OA+AA+ROA	n5 OA+AA+ROA	n6 OA+AA+ROA	n7 OA+AA+ROA	
	P1	Desarrollo de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P2	Etiquetado de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P3	Empaquetado de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P4	Agregación de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P5	Implementación de ROA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P6	Implementación de AA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P7	Acceso a Entorno									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P8	Importación manual de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P9	Almacenado de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P10	Registro de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P11	Publicación de metadatos									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P12	Cumplimiento del protocolo de Evaluación de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P13	Publicación de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P14	Comunicación con entorno interno									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P15	Búsqueda de OA en ROA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P16	Búsqueda interna de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P17	Búsqueda por palabras clave									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P18	Búsqueda por metadatos									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P19	Recuperación de metadatos de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P20	Localización de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P21	Armado de cursos									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P22	Despliegue de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P23	Uso de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P24	Reutilización de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P25	Solicitud de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P26	Recuperación de OA									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P27	Comunicación con ROA Federado									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P28	Búsqueda Federada de OA (hacia entornos externos)									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P29	Búsqueda Federada de OA (desde entornos externos)									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P30	Exportación de OA vía entornos									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										
	P31	Importación de OA vía entornos									<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No										

Figura 4.8: Plantilla para determinar el nivel de interoperabilidad

4.3.1. Secciones de la plantilla

La plantilla está contenida en una hoja de cálculo de la suite de OpenOffice; para su funcionamiento incluye controles tipo cuadros de selección, botones de opción y botones de acción. Previo a describir este elemento del MRI, en la Figura 4.9 se indican las secciones que componen la plantilla.

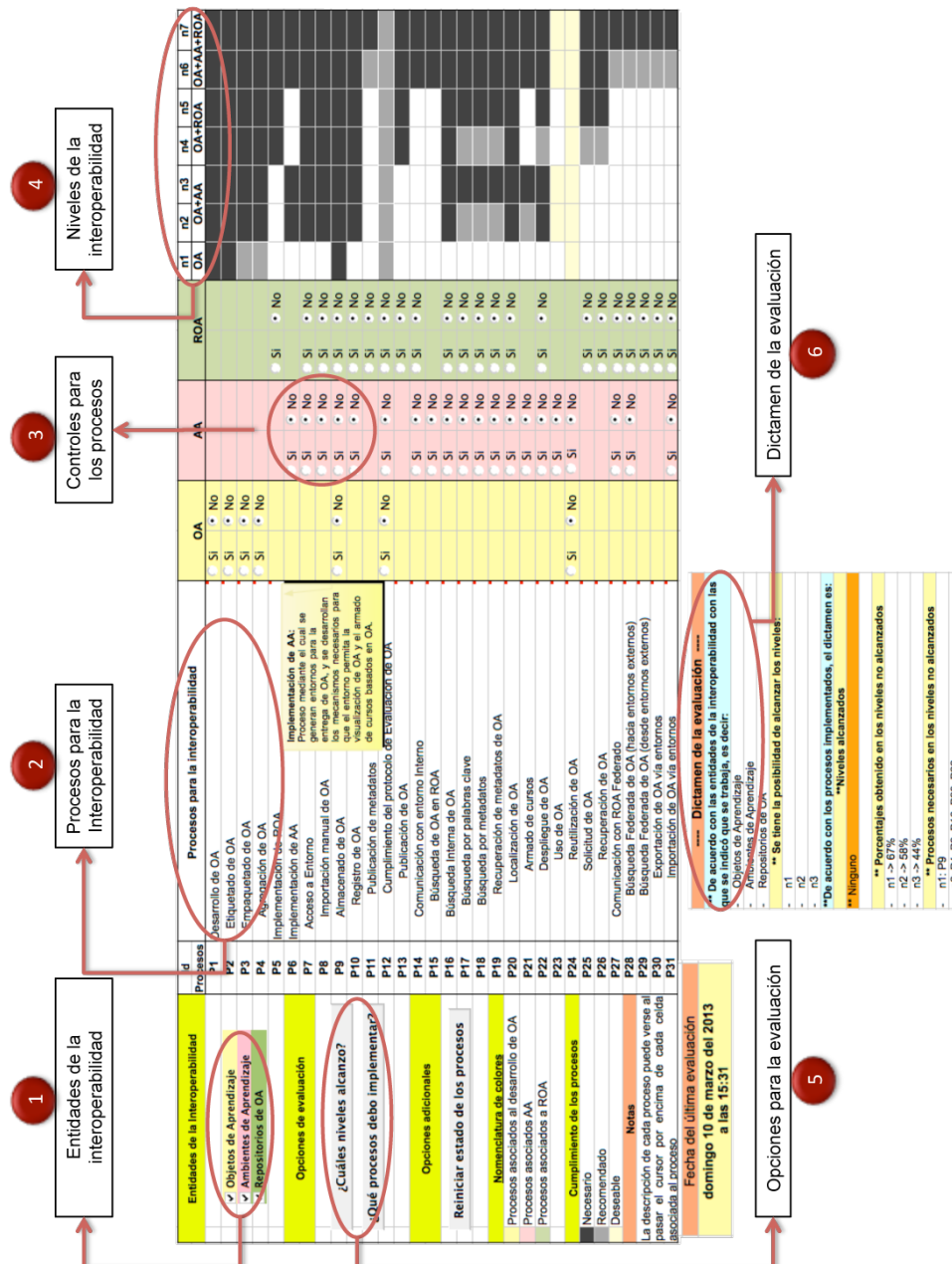


Figura 4.9: Secciones de la Plantilla para determinar el nivel de interoperabilidad

4.3.2. Descripción de las secciones de la plantilla

1. **Entidades de la interoperabilidad.** En esta sección se encuentran las Entidades de Interoperabilidad, es decir, OA, AA y ROA. Las entidades están alojadas en cuadros de selección, esto para que se seleccionen las entidades con las que trabaje una determinada institución. Al seleccionar las entidades, en la Sección 2 se muestran los procesos de la interoperabilidad que están asociados a cada entidad, y en la Sección 3 se muestran los niveles asociados a las entidades, es decir, los niveles que es posible lograr cuando se trabaja con una determinada entidad.
2. **Procesos de la interoperabilidad.** Esta sección contiene la lista de los 31 procesos de la interoperabilidad. Los procesos se muestran u ocultan dependiendo de las entidades de la interoperabilidad que se encuentren seleccionadas, y cada una de las celdas donde están los procesos tiene asociado un elemento tipo “comentario” con la descripción de cada proceso.
3. **Controles para los procesos.** Esta sección consta de un conjunto de botones de opción asociados a los procesos de la interoperabilidad. En esta sección es donde se debe indicar si los procesos son o no implementados por parte de las instituciones que se evalúen con el MRI-EOA haciendo uso de la plantilla.
4. **Niveles de la interoperabilidad.** Aquí se encuentran los 7 niveles que ayudan a determinar la capacidad de interoperación de las instituciones. Cada nivel se encuentra en una columna, las celdas sombreadas en cada columna indican los procesos que conforman cada nivel (cruce de fila y columna). Las columnas se muestran u ocultan dependiendo de las entidades de la interoperabilidad que se encuentren seleccionadas. Al igual que en la tabla donde se presentó la composición de los niveles de la interoperabilidad (Figura 4.6), en esta sección de la plantilla se hace una distinción de la obligatoriedad de la implementación de los procesos, es decir, se indica con un color diferente los

procesos que son necesarios, recomendados y deseables en cada nivel.

5. **Opciones de evaluación.** Sección con las opciones para realizar la evaluación para determinar el nivel de interoperabilidad de las instituciones. Las opciones de evaluación presentes en la plantilla son las siguientes:

a) *¿Cuáles niveles alcanzo?* En esta opción de evaluación se verifican los procesos que se hayan marcado como implementados y se determina cuáles niveles se logran, y a partir de esto se emite el dictamen de la evaluación. En el dictamen (Sección 6) se indica cuáles son los niveles alcanzados.

b) *¿Qué procesos debo implementar?* En esta opción de evaluación, al igual que en la anterior, se verifican los procesos que se hayan marcado como implementados, se determina cuáles niveles se logran, y se emite el dictamen de la evaluación. A diferencia de la opción de evaluación anterior, en el dictamen se indican los niveles alcanzados y los procesos que es necesario implementar para lograr cada uno de los niveles, obviamente, los niveles que sea posible de alcanzar acorde con las entidades de la interoperabilidad con las que trabaje la institución que se esté evaluando.

6. **Dictamen de la evaluación.** En esta sección se imprime el resultado de las evaluaciones. En el dictamen, de acuerdo con las entidades de la interoperabilidad con las que se trabaje, se indican los niveles que se pueden alcanzar, los niveles alcanzados, el porcentaje logrado en los niveles no alcanzados. Si el dictamen corresponde al tipo de evaluación *¿Qué procesos debo implementar?*, además de lo anterior, el dictamen indicará cuáles son los procesos que se deben implementar para alcanzar cada uno de los niveles.

Capítulo 5

Sumario y conclusiones

En este trabajo de investigación se abordó el problema de interoperabilidad al que se enfrentan las instituciones mexicanas de educación superior. El problema se abordó en los siguientes términos: las instituciones dedicadas al desarrollo y uso de OA y sistemas para su almacenamiento y entrega, no interoperan entre sí, y por ende no han logrado compartir sus recursos educativos. Lo anterior a pesar de que han adoptado el uso de estándares y especificaciones internacionales que auxilian la interoperabilidad. Las causas que originan este problema se dividen en dos grandes rubros: los estándares y especificaciones adoptados no cubren totalmente sus requerimientos, y por otra parte hay un desconocimiento de cuáles son todos los elementos que se deben estandarizar para crear posibilidades para lograr la interoperabilidad. Este último problema salta a la vista por el hecho de que algunos de los OA, ROA y AA desarrollados por las instituciones carecen de propiedades, mecanismos y servicios que permitan que los recursos sean interoperables en los sistemas. Aunado a lo anterior, tampoco hay un referente que indique que tan cerca se está de lograr la interoperabilidad, y cuáles acciones se podrían emprender para lograrla.

A partir del desglose de las causas del por qué se presenta el problema, se propuso definir una propuesta de una norma mexicana que habilitará la interoperabilidad entre las instituciones de educación superior del sector educativo mexicano. Una norma que considerara la mayoría de los elementos que posibiliten la búsqueda, recupera-

ción y reutilización de OA; sustentada en estándares y especificaciones internacionales para la interoperabilidad; que cubriera los requerimientos de la comunidad de productores, investigadores y consumidores de OA en México; que permitiera la definición de perfiles de aplicación aplicables a contextos con intereses particulares; y que permitiera determinar la capacidad que tienen las instituciones para lograr la interoperabilidad.

Considerando que la propuesta de la norma a la que se propuso llegar estaría destinada a solventar la problemática de las instituciones mexicanas, para su definición se analizó con detalle las prácticas que las instituciones implementan alrededor de los OA, ROA y AA, así como las propiedades, mecanismos y servicios presentes en estos elementos. Con lo anterior se identificaron hallazgos de las coincidencias, divergencias y problemas asociados a las acciones que implementan y que no implementan las instituciones, así como hallazgos asociados a las características de sus OA, ROA y AA.

En total se identificaron 22 hallazgos, y en cada uno de éstos se propusieron los aspectos normativos y recomendados que sustentarían la propuesta de la norma. Los aspectos normativos giran alrededor de los elementos que se considera que se deben estandarizar para que las instituciones mexicanas logren interoperar. Entre otros aspectos los elementos normativos:

- Proponen las definiciones de las entidades de la interoperabilidad y las propiedades, mecanismos y servicios que éstas deben poseer para que los OA sean interoperables en los ROA y AA.
- Establecen los procesos se deben implementar alrededor de las entidades de la interoperabilidad para que éstas cuenten con las propiedades, mecanismos y servicios que posibilitarán lograr la interoperabilidad. Los procesos abarcan acciones desde el desarrollo de los OA, ROA y AA hasta el uso y reuso de los OA.
- Establecen los estándares y especificaciones bajo los cuales se deben imple-

mentar los procesos de la interoperabilidad.

Un elemento más que se definió en el marco de este trabajo de investigación, y que forma parte de la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad, es el Marco de Referencia de Interoperabilidad entre Entornos para Objetos de Aprendizaje (MRI-EOA). El MRI-EOA toma los procesos de la interoperabilidad, modela la relación, flujo y dependencia que existe entre los procesos, y ayuda a determinar la capacidad que tienen las instituciones que implementan los procesos de la interoperabilidad, para interoperar con terceros.

Con los aspectos normativos y recomendados establecidos a partir de los hallazgos encontrados, y el MRI-EOA se definió la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad. La propuesta está documentada en los siguientes 3 documentos:

1. **Volumen 1.** *Marco Teórico de la Interoperabilidad entre Entornos para Objetos de Aprendizaje.* En este documento se aborda el tópico de la interoperabilidad, se definen y describen los elementos esenciales que intervienen en su logro, y se describen las propiedades, características y requisitos que deben cubrir los elementos para que apoyen el logro la interoperabilidad. Por otra parte, se aborda el tema de estándares y especificaciones, destacando la importancia del porqué se hace necesaria la estandarización, y se indica los elementos que es necesario estandarizar para incrementar las posibilidades de lograr la interoperabilidad.
2. **Volumen 2.** *Diagnóstico de la Capacidad para Interoperar (¿Qué estoy haciendo?).* Este documento contiene el Marco de Referencia de Interoperabilidad (MRI-EOA).
3. **Volumen 3.** *Mejores Prácticas Asociadas a la Interoperabilidad (¿Cómo podría hacerlo?).* Este documento contiene una recopilación de algunas de las prácticas asociadas a la implementación de los procesos que posibilitan el logro de la interoperabilidad, y que actualmente realiza algún actor en el país ya sea dentro de la academia o dentro de la iniciativa privada.

En los siguientes puntos se resaltan las fortalezas de la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad:

- Cuenta con los elementos necesarios para dar a conocer qué es la interoperabilidad, cómo se concibe dentro del contexto del eLearning, los beneficios que se obtienen cuando se logra, cómo se logra, qué elementos intervienen (entidades de la interoperabilidad), cuáles propiedades deben poseer estos elementos, qué procesos se deben implementar alrededor de estos elementos para lograr el uso compartido de OA.
- Permite evidenciar la importancia que tiene el que las entidades de la interoperabilidad cuenten con características, mecanismos y servicios que permitan el cumplimiento de los procesos de la interoperabilidad. Esta importancia se hace notoria ya que la representación del modelo de operación de OA contenido en el MRI-EOA indica los productos y posibilidades que generan la implementación de los procesos de la interoperabilidad.
- La propuesta de los niveles para medir la interoperabilidad permite determinar la capacidad que tienen las instituciones para interoperar con terceros; esto de acuerdo con los procesos de la interoperabilidad que implementen. Así mismo la propuesta de los niveles permite conocer las acciones que se deben de implementar para lograr un determinado nivel.
- Recopila las mejores prácticas del cómo implementar los procesos asociados a los elementos que posibilitan el logro de la interoperabilidad. Todo lo anterior completamente asociado al contexto nacional mexicano, ya que desde su concepción, la definición de la propuesta de la norma consideró las actividades, intereses y necesidades de las instituciones mexicanas.

Por el contenido de los elementos que componen la propuesta de la norma mexicana, se considera que sus usuarios potenciales serían las instituciones interesadas en iniciar con el desarrollo de OA y sistemas para su almacenamiento y uso (ROA y AA);

instituciones interesados en conocer las implicaciones que involucra el logro de la interoperabilidad dentro del eLearning; e instituciones con interés de conocer su capacidad para interoperar con terceros, así como emprender acciones para mejorar sus capacidades.

Así mismo se considera que algunos de los elementos de la propuesta, por ejemplo el contenido del Volumen 1, puede ser de poco interés para comunidades e instituciones que ya tienen un amplio dominio y experiencia en el desarrollo y operación de las entidades de la interoperabilidad. No obstante, si están interesados en interoperar con terceros, el contenido del Volumen 2 podría ayudar a establecer condiciones (procesos implementados y niveles alcanzados) bajo las cuales compartir OA.

Anteriormente se mencionó que la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad tiene el propósito de habilitar la interoperabilidad entre las instituciones del sector educativo mexicano. No obstante, se considera que la propuesta es aplicable a contextos con características y problemas asociados a la interoperabilidad, similares a los que tienen las instituciones de educación superior del contexto mexicano. Se considera que la propuesta de la norma mexicana podría ser aplicable en contextos de países de la comunidad Latinoamericana. Esta consideración se hace a partir de lo siguiente:

- Se trata de países con el mismo idioma, comparten aspectos culturales, sus economías se encuentran en desarrollo; y sus avances en cuanto al uso y adopción de tecnologías y desarrollo científico, son equiparables.
- Estos países también enfrentan problemas para interoperar y no han reportado casos exitosos de interoperabilidad.
- La propuesta de la norma mexicana, en parte, se fundamenta en referentes documentados en la literatura y en estándares y especificaciones internacionales para la interoperabilidad.

Otra razón por la que se considera que la propuesta de la norma mexicana podría aplicarse en el contexto Latinoamericano, es porque las bases de la norma giran

alrededor de las entidades de la interoperabilidad (OA, ROA y AA), y éstas independientemente del contexto de ubicación del que se trate, toda vez que nos centremos en el eLearning, son las mismas. Por último, se considera que todos los elementos que componen el MRI-EOA son totalmente extendibles, y se pueden particularizar en contextos específicos.

Por todo lo anterior, se considera que comunidades de países de Latinoamérica pueden hacer implementaciones de la propuesta de la norma mexicana para intentar lograr la interoperabilidad, particularizando algunos elementos que atiendan a problemáticas locales, y tener resultados exitosos.

Finalmente y retomando el contexto mexicano, se considera que los resultados de implementaciones de la propuesta de la norma mexicana serán exitosos, en términos de lograr la interoperabilidad, dentro de redes o federaciones en donde se establezca como política la adopción de los aspectos normativos y recomendados que establece la norma para el desarrollo de las entidades de la interoperabilidad, así como para proveerles propiedades, mecanismos y servicios que posibiliten el uso compartido de los OA.

Capítulo 6

Trabajo futuro

En este trabajo como en toda investigación, hay aspectos o aristas de la problemática que no se abordan, sin embargo se crean las condiciones para que éstos se aborden en investigaciones futuras. Así mismo, a raíz de las soluciones que se dan para solventar la problemática se abren caminos para continuar con la línea de investigación. En el caso de este trabajo de investigación queda como trabajo futuro los aspectos que se mencionan enseguida.

Trabajo operativo a corto plazo

- Poner en marcha la implantación de la propuesta de norma mexicana para habilitar la interoperabilidad entre las instituciones mexicanas.
- Buscar los medios para la difusión de la propuesta de la norma mexicana.

Trabajo de investigación y desarrollo a mediano plazo

- Aún cuando se identificó como problemática la carencia de artefactos, procedimientos y acuerdos interinstitucionales expresos que posibiliten el uso compartido de OA, este problema no se abordó en la investigación, por lo tanto queda como trabajo futuro definir estos elementos. Se considera que estos elementos se podrían abordar en documentos tipo protocolo o manifiesto, y uno de los

ejes rectores de los acuerdos sería la adopción de la propuesta de la norma mexicana para la interoperabilidad.

- Para las implementaciones de la propuesta de la norma mexicana, se considera que vale la pena desarrollar herramientas que permitan monitorear la implementación global de la norma.
- En cuanto al MRI-EOA,
 - Establece medir la capacidad que tienen las instituciones para interoperar a través de niveles. Los resultados de la evaluación están dados en porcentajes alcanzados en cada nivel y a nivel global. Dicho porcentaje se determina tomando en cuenta únicamente si un determinado proceso se implementa o no, sin considerar la complejidad que implica su implementación. Se considera que una mejora o evolución a esta propuesta sería asignar pesos a cada proceso (ponderar pesos), dependiendo del grado de dificultad de los procesos. Entonces queda como trabajo futuro trabajar matemáticamente el método para determinar los porcentajes logrados en cada nivel de interoperabilidad.
 - El instrumento que se desarrolló para ayudar a determinar el nivel de interoperabilidad de las instituciones, es una aplicación de escritorio (plantilla programada en *OpenBasic*), por lo tanto, el dictamen que se emite como resultado de una evaluación solo lo conoce quién la realiza. Se decidió que fuera de esta forma para cuidar la privacidad de los resultados durante el proceso de investigación. Fuera de este proceso y tomando en cuenta las ventajas que tiene el conocer los resultados de una evaluación cuando existen de por medio intereses de interoperar, se considera que es necesario desarrollar una aplicación, que no sea de escritorio, que permita compartir los resultados de las evaluaciones de una manera sencilla entre los interesados en interoperar. Probablemente estaríamos hablando

de una aplicación web.

- Otra posibilidad que se puede explorar, es analizar los procesos de la interoperabilidad desde el punto de vista de la ingeniería de procesos, dado que en el marco de este trabajo solo se analizaron desde el punto de vista del conjunto de tareas y acciones que se realizan. Desde el punto de vista de la ingeniería de procesos se podrían explorar minuciosamente los procesos de la interoperabilidad y sugerir mejoras en la implementación.

Capítulo 7

Aportaciones y productos

En esta sección se listan las aportaciones y productos generados en el marco de la investigación.

Aportaciones

- Reporte de las extensiones hechas al estándar de metadatos IEEE-LOMv1.0. El reporte contienen extensiones que diversas organizaciones, comunidades y grupos de interés de alrededor del mundo han implementado al estándar de metadatos IEEE LOMv1.0. La importancia de contar y conocer las extensiones es que se conoce un conjunto importante de opciones que han solventado necesidades en materia de metadatos que no es posible cubrir con el estándar, y que este conjunto de opciones puede ser utilizado como base de conocimiento que brinde información que permita seleccionar las mejores prácticas (extensiones) al momento de definir perfiles de aplicación de metadatos basados en la norma IEEE LOMv1.0.
- Recomendaciones para la definición de perfiles de aplicación del estándar IEEE-LOMv1.0. Estas recomendaciones documentan las prácticas implementadas en la definición de un perfil de aplicación de estándar LOM de una comunidad mexicana con problemática específica. Se considera que en conjunto que el reporte de las extensiones hechas a este estándar, serán de gran

ayuda para la definición de nuevos perfiles de metadatos de LOM.

- Perfil mLOM-ReMIAM/SINED, el cual es un perfil de metadatos del estándar IEEE-LOMv1.0, definido para que sea utilizado como esquema de metadatos estándar para el etiquetado de los Objetos de Aprendizaje Móviles propiedad de la Red Mexicana de Investigadores en Aprendizaje Móvil (ReMIAM). Se considera que el perfil además de cubrir los requerimientos en términos de metadatos de los miembros de la red ReMIAM, puede ser adoptado por otras comunidades que tengan necesidades similares a las de esta red. Si las necesidades no son del todo similares, el perfil puede tomarse como base para la definición de nuevos perfiles de metadatos, y solo será necesario especializar la base del perfil acorde con las necesidades específicas de una determinada comunidad.
- La propuesta de la Norma Mexicana para la Interoperabilidad entre Entornos para Objetos de Aprendizaje. La cual, como ya se mencionó se compone de tres volúmenes. El primero contiene el marco teórico de la interoperabilidad, el segundo contiene el marco de referencia de la interoperabilidad (MRI-EOA) y en el tercero se documentan las prácticas que algunas instituciones mexicanas implementan alrededor de las entidades de la interoperabilidad.

Artículos y trabajos

1. Castro-García, Lorena y López-Morteo, Gabriel. 2013a. An international analysis of the extensions to the IEEE LOMv1.0 metadata standard. *Computer Standards & Interfaces*, 35(6):567–581.
2. Castro-García, Lorena y López-Morteo, Gabriel. 2013b. mLOM-ReMIAM/SINED: Perfil de Aplicación de Metadatos para Objetos de Aprendizaje Móviles. En *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica, Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías y Aprendizaje (Ccita) 2013*, volumen 2, págs 225–232.

3. Castro-García, Lorena y López-Morteo, Gabriel. 2013c. Importancia de los Aspectos Tecnológicos de los Dispositivos Móviles en los Metadatos de los Objetos de Aprendizaje Móviles. En *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica, Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías y Aprendizaje (Ccita) 2013*, volume 2, pags 210–215.
4. Castro-García, Lorena y López-Morteo, Gabriel. 2012a. Modelo de operación de objetos de aprendizaje: un enfoque desde el punto de vista de la interoperabilidad. En *Recursos digitales para la instrucción y el aprendizaje*. ISBN 978-607-95622-3-6.
5. Castro-García, Lorena y López-Morteo, Gabriel. 2012b. Propuesta para medir la interoperabilidad de objetos de aprendizaje. En *Recursos digitales para la instrucción y el aprendizaje*. ISBN 978-607-95622-3-6.
6. Castro-García, Lorena y López-Morteo, Gabriel. 2010a. Hacia un Marco Conceptual de Interoperabilidad de Entornos para Objetos de Aprendizaje. 2do Congreso Nacional de Estudiantes de Posgrado del Instituto de Ingeniería, Instituto de Ingeniería-UABC. 23-25 de Noviembre. Mexicali, Baja California. Carrillo, Mónica. Eds.
7. Castro-García, Lorena y López-Morteo, Gabriel. 2010b. Hacia un Framework Conceptual de Interoperabilidad de Repositorios de Objetos de Aprendizaje. 2010. 3er. Congreso Internacional en Ciencias de la Computación. Ensenada, Baja California, México.
8. López-Morteo, Gabriel, Castro-García, Lorena y Justo-López, Araceli. 2010. Factibilidad de programas de educación a distancia en Baja California para nivel superior: propuesta de adopción de plataformas, estándares y normas. Reporte Técnico, pp 379.
9. Castro-García, Lorena y López-Morteo, Gabriel. 2009. ISGA-MEX: Un estándar para habilitar la interoperabilidad entre sistemas de gestión de aprendiza-

je en México. Congreso Nacional de Estudiantes de Posgrado del Instituto de Ingeniería-UABC. Mexicali, Baja California, México.

Bibliografía

- ADL (2006). *Modelo de Referencia de Objetos de Contenido Compartido, Introducción al SCORM*. Advanced Distributed Learning. 2da Edición.
- AGTIF (2005). Australian government technical interoperability framework. Technical Report 2, Australian Government Information Management Office.
- Alvarado, G., García, G., y Soto, A. (2003). Una mirada a los estándares de calidad relacionados con el e-learning. *Tecnología y Comunicación Educativas-ILCE*, 37:43–59.
- Anido, L. E., Fernández, M. J., Caeiro, M., Santos, J. M., Rodríguez, J. S., y Llamas, M. (2002). Educational metadata and brokerage for learning resources. *Comput. Educ.*, 38(4):351–374.
- Astudillo, G. y Willging, P. (2010). Uso de repositorios de objetos de aprendizaje de libre acceso. In *Vitual Educa 2010*.
- Baptista, A. A. (2008). Analisis de la interoperabilidad entre los sistemas de apoyo a la formacion de tecminho. Technical report, Universidade do Minho. Departamento de Sistemas de Informacao.
- Beatriz, A. (2008). Objetos de aprendizaje, factores que potencian su resusabilidad. Master's thesis, Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco"(Argentina).
- Bourda, Y. y Delestre, N. (2004). Improving the interoperability between distinct

- educational metadata schemas using iso 11179. In Cantoni, L. y McLoughlin, C., editors, *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2004*, pages 21–27, Lugano, Switzerland. AACE.
- Castro-García, L. (2009). Interoperabilidad entre repositorios de objetos de aprendizaje. Master's thesis, Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ingeniería, Mexicali, Baja California, México.
- Castro-García, L. y López-Morteo, G. (2013a). Importancia de los aspectos tecnológicos de los dispositivos móviles en los metadatos de los objetos de aprendizaje móviles. In *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica, Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías y Aprendizaje (Ccita) 2013*, volume 2, pages 210–215.
- Castro-García, L. y López-Morteo, G. (2013b). An international analysis of the extensions to the ieeelomv1.0 metadata standards. *Computer Standards & Interfaces*, 35(6):567–581.
- Castro-García, L. y López-Morteo, G. (2013c). mlom-remiam/sined: Perfil de aplicación de metadatos para objetos de aprendizaje móviles. In *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica, Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías y Aprendizaje (Ccita) 2013*, volume 2, pages 225–232.
- Chan, M.-E., Galeana, L., y Maria-Soledad, R. (2006). *Objetos de aprendizaje e innovación educativa*.
- Contreras, J. J. y Carpiette, E. (2010). Personal interview. Dirección General de Educación Continua y a Distancia de la Universidad Autónoma del Estado de México (DGECD-UAEM).
- DCMI (2008). Dublin core metadata element set, version 1.1. Disponible en: <http://dublincore.org/documents/dces/>.

- Delgado, J. A., Morales, R., González, S. C., y Chan, M. E. (2007). Desarrollo de objetos de aprendizaje basados en patrones. In *Virtual Educa 2007*.
- Downes, S. (2003). Design and reusability of learning objects in an academic context: A new economy of education? *USDLA Journal*, 17(1).
- Duval, E., Smith, N., y Coillie, M. (2006). Guidelines and support for building application profiles in e-learning (cen workshop agreement, cwa 15555:2006 e). Workshop agreement, CEN.
- Fernández, B. (2008). Especificaciones y estándares en e-learning. *Red digital: revista de tecnologías de la información y comunicación educativas*, No. 6. [Internet; descargado 04-03-13].
- Friesen, N. (2004). The international learning object metadata survey. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 5, number 3.
- Friesen, N. (2005). Interoperability and learning objects: An overview of e-learning standardization. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 1(1):23–31.
- Friesen, N. y Roberts, A. (2002). Cancore: Metadata for learning objects. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 28(3).
- Geraci, A. (1991). *IEEE Standard Computer Dictionary: Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. IEEE Press, Piscataway, NJ, USA.
- González, O. y Flores, M. (1998). *El trabajo docente: enfoques innovadores para el diseño de un curso*.
- Higgs, P., Meredith, S., y Hand, T. (2002). *Technology for sharing: Researching learning objects and digital rights management*.
- Hilera, J. R. y Hoya, R. (2010). *Estándares de e-Learning: Guía de Consulta*. UNIVERSIDAD DE ALCALÁ.

- Hodgins, W. (2000). Into the future: A vision paper. Technical report, Commission on Technology and Adult Learning.
- Horton, W. y Horton, K. (2003). *E-learning Tools and Technologies : A consumer's guide for trainers, teachers, educators, and instructional designers* . John Wiley & Sons.
- IEEE-LTSC (2002). *Draft Standard for Learning Object Metadata*. Learning Technology Standards Committee, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- IMS (2003a). *IMS Digital Repositories Interoperability - Core Functions Information Model*. IMS Global Learning Consortium, Inc. Version 1.0 Final Specification.
- IMS (2003b). *IMS Learning Design Information Model*. IMS Global Learning Consortium, Inc.
- IMS (2003c). *IMS Simple Sequencing Information and Behavior Model*. IMS Global Learning Consortium, Inc. Version 1.0 Final Specification.
- IMS (2004). *IMS Content Packaging Information Model*. IMS Global Learning Consortium, Inc. Version 1.1.4 Final Specification.
- IMS (2013). *IMS Learning Tools Interoperability^a (LTI) Implementation Guide*. IMS Global Learning Consortium, Inc. Version 2.0 Public Draft Revision 2.
- ISO/IEC (2002). Iso/iec directives part 2.
- JORUM+Project (2004). The jisc online repository for [learning and teaching] materials. Technical report, The JORUM+Project Teams at EDINA and MIMAS.
- L'Allier, J. J. (1997). Frame of reference: Netg's map to its products, their structures and core beliefs. Whitepaper.

- Lamarca, M. J. (2006). *Hipertexto: El Nuevo Concepto de Documento en la Cultura de la Imágen*. PhD thesis, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias de la Información. Dpto. de Biblioteconomía y Documentación.
- Looms, T. y Christensen, C. (2002). Emerging and enabling technologies for the design of learning object repositories report. Technical report, Advanced Distributed Learning.
- López-Guzmán, C. (2005). *Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning*. PhD thesis, Universidad de Salamanca.
- López-Guzmán, C., García, F. J., y Pernías, P. (2005). Desarrollo de repositorios de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital: de dublin core a ims. *RED Revista de Educación a Distancia*, año IV, monografico II. Last review on March of 2011.
- López-Morteo, G. (2005). *Ambiente de Aprendizaje Basado en Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas*. PhD thesis, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).
- Martínez, A., Iglesias, A., y Rosenfeld, A. (2005). Generación de instrumentos regulatorios. normativa de evaluación de impacto ambiental en argentina. *THEOMAI Journal*, Número Especial 2005.
- Mason, R. y Rehak, D. (2003). Keeping the learning in learning objects. In Littlejohn, A., editor, *Reusing online resources: a sustainable approach to e-learning*, pages 20–34. Kogan Page, London.
- McGreal, R. (2004). *Online Education Using Learning Objects*. Routledge.
- McGreal, R. (2008). A typology of learning object repositories. *Handbook on Information Technologies for Education and Training*, pages 5–28.
- MEN (2012). Colombia Aprende, La red del conocimiento. Disponible en: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-99409.html>.

- Muñoz, J., Ochoa, X., Calvillo, A., y Parra, G. (2007). Integración de redouaa a la federación latinoamericana de repositorios de objetos de aprendizaje. In *2da Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje, LACLO 2007*.
- NISO (2004). Understanding metadata. Technical report, National Information Standards Organization.
- Osorio, B., Muñoz, J., y Álvarez, F. (2007). *Tecnología de Objetos de Aprendizaje*, chapter Metodología para la elaboración de objetos de aprendizaje, pages 87–110. Universidad Autónoma de Aguascalientes and Universidad de Guadalajara.
- Polsani, P. (2003). Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information*, 3, no. 4.
- Sánchez, V. (2006). Metodología para el desarrollo de material educativo orientado a objetos de aprendizaje.
- Sánchez, V., Contreras, J., y Hernández, N. (2007). Ccobá: Un ambiente colaborativo para el diseño, desarrollo y seguimiento de unidades didácticas basadas en la tecnología de objetos de aprendizaje. In *Virtual Educa 2007*.
- Sánchez-Alonso, S., Sicilia, M. A., y de Rato Leguina, G. (2008). Sobre la interoperabilidad semántica en las descripciones archivísticas digitales. *Revista Española de Documentación Científica*, 31(1):11–38.
- Sarasa, A. y Díaz, P. (2004). Implementación del estándar ims content packaging information model. In *Proceedings of the IADIS International Conference on WWW/Interne*, page p114.
- Simon, B., Massart, D., Assche, F., Terrier, S., Duval, E., Brantner, S., Olmedilla, D., y Miklos, Z. (2005). Learning object repositories interoperability framework. Technical report, PROLEARN.

Sosteric, M. y Hesemeier, S. (2002). When is a Learning Object not an Object: A first step towards a theory of learning objects. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 3(2).

Soto, J., García, E., y Sánchez-Alonso, S. (2007). Semantic learning object repositories. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 17(1):432-446.

Wiley, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*.