



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**MAESTRÍA EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE UN MODELO DE CALIDAD PARA OBJETOS DE
APRENDIZAJE BASADO EN UN MODELO *i³*”**

Trabajo de Titulación previo a la
obtención del Título de Master en
Gestión Estratégica de Tecnologías
de Información

AUTORA:

Ing. Vanessa Alexandra Solís Cabrera

CI:0105288294

DIRECTOR:

Ing. Juan Pablo Carvallo Vega, PhD.

CI: 0102068855

Cuenca - Ecuador
2018



Resumen

En este trabajo se describe el proceso para la creación de un modelo de calidad que permita evaluar Objetos de Aprendizaje (OA), considerando aspectos tecnológicos y didácticos. Para cumplir con este objetivo se identificaron y revisaron modelos de calidad preexistentes, que consideraban ambos aspectos, así como los conceptos de OA y calidad del software. Se ha utilizado la notación i^* para la construcción de un del diagrama de dependencias estratégicas (SD) que describe el contexto típico de un objeto de aprendizaje (actores de contexto y su intencionalidad en relación al OA) y el método IQMC para la construcción del modelo de calidad final. Se establece la trazabilidad entre las dependencias estratégicas identificadas en relación a los actores externos presentes en el modelo contexto y las características y subcaracterísticas incluidas en el modelo de calidad descrito en la norma ISO/IEC 25010. El objeto es hacer evidente la relación existente entre ellas e identificar de manera sistemática, las propiedades de calidad que conforman los primeros niveles de descomposición del modelo de calidad en construcción. Estos primeros niveles, fueron a su vez descompuestos en propiedades de calidad más básicas, utilizando atributos incluidos en los modelos identificados en la revisión de la literatura, así como otros que han surgido de este estudio. A cada propiedad de calidad incluida en el modelo, se han asociado las medidas requeridas para evaluar de manera objetiva la calidad de un OA. Para validar el trabajo, el modelo resultante ha sido utilizado para evaluar OA existentes.

Palabras claves: Modelo calidad, Objetos de Aprendizaje, ISO 25010, notación i^*



Abstract

This work describes the process to create a quality model that allows the evaluation of Learning Objects (LO), considering technological and didactic aspects. To achieve this goal, existing quality models considering both aspects were identified and reviewed together with the concepts of LO and software quality. The i^* notation was used to build a strategic dependence diagram (SD) describing the typical context of a Learning Object (context actors and their intentionality in relation to the LO) and the IQMC method to build the final quality model. Trazability among the strategic dependencies identified in relation to the external actors present in the context model and the characteristics and subcharacteristics included in the quality model described in the ISO/IEC 25010, is established. The objective is to make evident the relation existing among them and to identify in a systematic way, the quality properties that structure the first decomposition levels of the quality model under construction. These first levels are decomposed into more basic quality properties, using attributes included in the models identified in the literature review in addition to other models that have emerged in this study. Required measures have been associated to each quality property included in the quality model, in order to evaluate LO in an objective manner. To validate this work, the resulting quality model has been used to evaluate an existing LO.

Keywords: Quality model, Learning Objects, ISO 25010, i^* notation.



ÍNDICE

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Índice de tablas.....	6
Índice de ilustraciones.....	7
Glosario de términos	10
Capítulo 1. Introducción	14
1.1.- Visión general.....	14
1.2.- Planteamiento del problema y justificación.....	16
1.3.- Objetivos e hipótesis del trabajo	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Hipótesis.....	17
1.4.- Metodología de la investigación.....	17
1.5.- Esquema de contenido.....	17
Capítulo 2. Los Objetos de Aprendizaje (OA).....	19
2.1.- Introducción	19
2.2.- Definición y características de un OA	19
2.3.- Modelos de metadatos	24
2.3.1.- Dublin Core Metadata Initiative – DCMI	24
2.3.2.- Metadata Encoding and Transmission Standard – METS.....	26
2.3.3.- Metadata Object Description Schema – MODS.....	27
2.3.4.- Encoded Archival Description – EAD	28
2.3.5.- Text Encoding Initiative - TEI.....	29
2.3.6.- Metadata Resources for Digital Libraries - MRDL	29
2.4.- Metadatos enfocados al ámbito educativo	30
2.4.1.- Learning Object Metadata - LOM.....	30
2.4.2.- LOM-ES	32
2.4.3.- Metadata Learning Resource – MLR	32
2.4.4.- Instructional Management Systems – IMS.....	33
2.4.5.- The Gateway to Educational Materials - (GEM)	33
2.5.- Conclusiones	34
3. Modelos de Calidad de OA y Contextos Educativos	36
3.1.- Introducción	36
3.2.- Concepto de modelo de calidad.....	36
3.3.- Método IQMC	37
3.4.- Norma ISO/IEC 25010	37



3.5.- Trabajos relacionados con la calidad de los OA.....	41
3.5.1.- Learning Object Review Instrument – LORI.....	42
3.5.2.- Modelo basado en los metadatos (MBM)	43
3.5.3.- APROA.....	44
3.5.4.- Herramienta COdA	45
3.5.5.- CUSEOA	45
3.5.6.- Herramienta para la evaluación de objetos didácticos de aprendizaje reutilizables - HEODAR	46
3.5.7.- Valoración de la calidad de unidades de aprendizaje	47
3.5.8.- Establecimiento de criterios de calidad según Paulsson y Naeve	48
3.6.- Cruce de características de un OA	48
3.7.- Conclusiones	49
Capítulo 4 Conceptualización de la Notación i^*	50
4.1.- Introducción	50
4.2.- Notación i^*	50
4.2.1.- Actores	50
4.2.2.- Asociaciones.....	51
4.2.3.- Elementos intencionales.....	51
4.2.4.- Dependencias sociales.....	52
4.2.5.- Reglas y restricciones.....	53
4.2.6.- Enlace entre elementos	53
4.2.7.- Tipos de Modelos i^*	53
4.3. Conclusiones	54
Capítulo 5. Construcción del modelo de contexto de un Objeto de Aprendizaje utilizando la notación i^*	55
5.1.- Introducción	55
5.2.- Desarrollo del modelo i^* en base a los criterios revisados.....	55
5.2.1 Actores	55
5.2.2. Dependencias sociales	56
5.2.3. Elementos intencionales	57
5.2.4. Modelo de contexto resultante	60
5.3.- Mapeo de la ISO 25010 y características de un OA	62
5.4.- Matriz resumen con las características consideradas en el estado del arte y la ISO 25010	66
5.5.- Cuantificación y presentación de resultados en la matriz de calidad.....	71
5.6. Conclusiones	72
Capítulo 6. Evaluación de un OA y Conclusiones	73
6.1.- Introducción	73



6.2.- Pasos metodológicos para el desarrollo del caso de estudio. Selección de objetos de aprendizaje.	73
6.3.- Aplicación del modelo de calidad para un objeto de aprendizaje específico....	74
6.4.- Resultados obtenidos.....	89
6.5.- Recapitulación	93
6.6.- Conclusiones finales.....	93
6.7.- Líneas de trabajo futuros.....	94
Referencias.....	95
ANEXO 1: Modelo de Calidad para la Evaluación de un OA.....	102
Anexo 2. Asignación de pesos para la evaluación del modelo de calidad	103
Anexo 3. Resultados de Evaluación del OA.....	104

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Aspectos de la calidad en OA según el centro de atención</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 2 Resumen de definiciones de un OA</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 3 Resumen de características de los modelos de metadatos.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4 Características de metadatos enfocados al ámbito educativo</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 5 Categorías y Criterios Heurísticos</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 6 Características de HEODAR</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 7 Características de un OA</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 8 Enlaces entre elementos intencionales</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 9 Actores del modelo i*</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 10 Dependencias sociales.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 11 Relación entre el Actor Estudiante y OA.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 12 Relación entre el actor Autor y el OA</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 13 Relación entre el actor Especialista en plataformas educativas y el OA.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 14 Relación entre el actor Evaluador y el OA</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 15 Relación entre el actor Docente y el OA</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 16 Relación entre el actor Herramienta y el OA</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 17 Relación entre el actor Equipo y el OA</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 18 Trazabilidad en ISO 25010 y Modelo i*.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 19 Criterios extraídos del estado del arte</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 20 Concepto de los criterios seleccionados</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 21 Asignación de pesos para la evaluación.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 22 Valores resumen de los pesos establecidos para el modelo de calidad.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 23 Evaluación del OA</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 24 Resultado de la evaluación según categorización</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 25 Resultados para Adecuación Funcional.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 26 Resultado para Eficiencia del desempeño</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 27 Resultado Compatibilidad</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 28 Resultado para Usabilidad.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 29 Resultados para Fiabilidad</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 30 Resultado para Seguridad</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 31 Resultado para Mantenibilidad</i>	<i>92</i>



Tabla 32 Resultados para Portabilidad92

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Características de calidad de un producto según la norma ISO/IEC 2501038
Ilustración 2 Actores de la notación i51*
Ilustración 3 Asociaciones notación i51*
Ilustración 4 Elementos intencionales del notación i52*
Ilustración 5 Ejemplo de dependencias sociales.....52
Ilustración 6 Ejemplo del modelamiento utilizando la notación i54*
Ilustración 7 Diagrama SD para un Objeto de Aprendizaje61
Ilustración 8 Repositorio de OA73
Ilustración 9 Objeto de Aprendizaje evaluado74



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Vanessa Alexandra Solís Cabrera, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**EVALUACIÓN DE UN MODELO DE CALIDAD PARA OBJETOS DE APRENDIZAJE BASADO EN UN MODELO i***", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, enero de 2018

Vanessa Alexandra Solís Cabrera

CI: 0105288294



Cláusula de Propiedad Intelectual

Vanessa Alexandra Solís Cabrera, autora del trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE UN MODELO DE CALIDAD PARA OBJETOS DE APRENDIZAJE BASADO EN UN MODELO i^* ”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, enero de 2018

Vanessa Alexandra Solís Cabrera

CI: 0105288294

Glosario de términos

A

- ANSI / NISO
Instituto Nacional Americano de Estándares -
American National Standards Institute, 25
- APROA
Aprendiendo con Objetos de Aprendizaje, 14, 36,
44, 45, 49, 97

C

- CINTERFOR
Centro Interamericano para el Desarrollo del
Conocimiento en la Formación Profesional -
Inter-American Centre for Knowledge
Development in Vocational Training
(ILO/Cinterfor), 42, 69, 102
- COdA
Herramienta de Calidad de los Objetos de
Aprendizaje, 14, 15, 36, 45, 49, 68, 69, 102
- CPU
Unidad Central de Procesamiento - Central
Process Unit, 61, 83, 92, 111, 128, 146
- CUSEOA
Cuestionario de satisfacción de estudiantes de un
OA, 14, 36, 45, 46, 49, 68, 69

D

- DC
Dublin Core, 30
- DCMI
Modelo de metadatos Dublin Core - Dublin Core
Metadata Initiative, 24
- DCMI
Modelo de metadatos Dublin Core - Dublin Core
Metadata Initiative, 25
- DCMI
Modelo de metadatos Dublin Core - Dublin Core
Metadata Initiative, 25
- DCMI
Modelo de metadatos Dublin Core - Dublin Core
Metadata Initiative, 25
- DCMI
Modelo de metadatos Dublin Core - Dublin Core
Metadata Initiative, 98
- DCMI
Modelo de metadatos Dublin Core - Dublin Core
Metadata Initiative, 98
- DCMI
Modelo de metadatos Dublin Core - Dublin Core
Metadata Initiative, 98
- DLF

Digital Libraries Federation - Federación de
Bibliotecas Digitales, 26, 98

- DTD
Descripción archivada codificada tipo definición -
Encoded Archival Description Document Type
Definition, 28

E

- EAD
Descripción archivada codificada - Encoded
Archival Description, 28, 30, 98
- EE.UU
Estados Unidos de Norteamérica, 34

G

- GEM
Puerta para los materiales Educativos -
Gateway to Educational Materials, 34, 35, 98,
99
- GPU
Unidad de procesamiento gráfico - Graphics
Processing Unit, 61, 83, 92, 111, 128, 146

H

- HEODAR
Herramienta para la evaluación de Objetos de
Aprendizaje reutilizables, 14, 36, 47, 49, 68, 69

I

- i*
Notación i*(i Estrella - iStar), 1, 2, 3, 10, 11, 16,
17, 18, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 63, 95, 96, 98,
100, 104
- IEEE
Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos,
20, 22, 24, 30, 32, 43, 44, 98, 99, 102
- IETF RFC
Grupo de Trabajo de Ingeniería de Redes -
Internet Engineering Task Force Request for
Comments, 25
- IFLA
Federación Internacional de Asociaciones de
Bibliotecas - International Federation of
Library Associations, 29, 30, 99
- IMS
Sistemas de Gestión Instruccional - Instructional
Management Systems, 30, 31, 33, 34, 35, 45,
97
- IQMC



Método de construcción individual del modelo de calidad - Individual Quality Model Construction, 2, 3, 15, 18, 36, 37, 41, 50, 68, 69, 96
ISO/IEC 25010
Organización Internacional de Normalización/Comisión Electrotécnica Internacional - International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, 2, 3, 16, 17, 18, 37, 38, 49, 50, 56, 63, 71, 72, 91, 96, 100, 104

L

LOM
Learning Object Metadata, 19, 30, 31, 32, 33, 35, 43, 44, 99, 101
LORI
Instrumento de revisión de objetos de aprendizaje - Learning Object Review Instrument, 14, 36, 42, 43, 45, 49, 68, 69
LTSC
Comité de estándares de tecnologías de aprendizaje - Learning Technology Standards Committee, 20, 32, 99

M

MARC
Catalogación legible por máquina - MACHine-Readable Cataloging, 27
MBM
Modelo basado en los metadatos, 14, 36, 43, 49
MDD
Material didáctico digital, 15, 45, 68, 69
METS
Codificación de metadatos y especificaciones de transmisión - Metadata Encoding and Transmission Standard, 19, 26, 27, 30, 101
MLR
Recurso de aprendizaje de metadatos - Metadata Learning Resource, 19, 33, 35
MODS
Esquema de metadatos de descripción de objetos - Metadata Object Description Schema, 19, 27, 30, 101
MP3
Formato de compresión de audio digital patentado - Moving Picture Experts Group, 24
MRDL
Recursos de metadatos para bibliotecas digitales - Metadata Resources for Digital Libraries, 29

N

NISO

Organization/Organización Nacional de Normas de Información - National Information Standards, 25, 26, 101

NLE

Biblioteca Nacional de Educación - National Library Education, 34

O

OA

Objeto de Aprendizaje, 2, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 32, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 100, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 130, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154

R

RAE

Real Academia Española, 23, 36

RAM

Memoria de Acceso Randómico - Random Access Memory, 61, 83, 92, 111, 128, 146

RDF

Marco de descripción de recursos - Resource Description Framework, 25

S

SCORM

Modelo de Referencia de Objeto de Contenido Compartible - Sharable Content Object Reference Model, 44, 59, 65, 99, 115

SD

Dependencias estratégicas - Strategic Dependency, 2, 3, 54, 56, 61, 62

SR

Racional estratégico - Strategic Rationale, 54

T

TEI

Iniciativa de codificación de texto - Text Encoding Initiative, 29, 30, 102

X

XML

Lenguaje de marcado extensible - eXtensible Markup Language, 26, 27, 29, 44



Dedicatoria

Para cada uno de los docentes que sin importar sus limitaciones, todos los días elaboran su material con esfuerzo y dedicación, que este trabajo pueda contribuir con un granito de arena y puedan alcanzar sus objetivos reflejados en sus estudiantes.



Agradecimiento

Con especial afecto a todas las personas que contribuyeron para que este trabajo pueda concluirse, sin importar la distancia y limitantes.

A mis padres quien a pesar de la distancia siempre mantuvieron el ímpetu y apoyo en todo este proceso.

Juanjo gracias por todas esas malas noches y la paciencia gigantesca, todo ese esfuerzo valió la pena.

Muchas gracias Priscy que con todo su apoyo y jornadas largas estuvo pendiente de este paso más en mi carrera estudiantil.



Capítulo 1. Introducción

Hoy en día, la calidad de los objetos de aprendizaje juega un papel decisivo en su adopción, de ahí, muchas organizaciones están interesadas en certificar sus productos y en realizar evaluaciones que permitan tener una idea clara y objetiva de los atributos de calidad de la misma.

Si bien mucho esfuerzo existe en la comunidad científica para crear modelos que sirvan como instrumentos utilizados durante la evaluación de OA, éstos modelos están dirigidos a dominios específicos en ciertas áreas, sin embargo, poco o nada se ha centrado en la especificación de modelos de calidad que se centren en las características de calidad relacionadas al dominio de los objetos de aprendizaje que permitan realizar evaluación desde diferentes ámbitos logrando así que la calidad del OA sea de manera integral.

En este sentido, existen trabajos tales como *LORI*, *MBM*, *APROA*, *COdA*, *CUSEOA* enfocados el ámbito *tecnológico*, o *HEODAR*, entre otros para el ámbito *didáctico*, sin embargo, estas investigaciones no han cubierto en conjunto la evaluación y creación de modelos de OA para estos dos ámbitos. En trabajos previos tales como los de Morales, Moreira, Rego y Berlanga (Morales, García, Moreira, Rego, & Berlanga, 2005), proponen que los objetivos, contenidos, público al que va a dirigirse, características del contexto y estrategias didácticas, deben ser considerados para la evaluación; así mismo Paulsson y Naeve considera criterios para la evaluación de calidad de un OA (Paulsson & Naeve, 2007).

Por lo tanto, en este trabajo se ha realizado una revisión de la bibliografía para extraer las características de varios modelos desarrollados, los cuales han permitido realizar un análisis e identificación de los actores que están directamente vinculados con el OA, así como las características y atributos incluidos en los diferentes modelos que podrían ser agregados al modelo de calidad para la evaluación de OA a ser construido en este trabajo.

1.1.- Visión general

Los objetos de aprendizaje (OA) son la unidad mínima de aprendizaje, los cuales se encuentran en formato digital y pueden reutilizarse (Martínez Naharro, 2007, pág. 4), son considerados en el ámbito educativo como uno de los puntos iniciales para la preparación de material didáctico. Es así que se lo tiene presente en lecciones o un conjunto de lecciones agrupadas en unidades, módulos, cursos e incluso programas” (McGreal, 2004, pág. 13).

La efectividad de los OA se ha tratado de evaluar en función de la calidad de los mismos, en muchos casos centrado en la parte tecnológica (*LORI* (Nesbit, Belfer, & Leacock, 2003), *MBM*, *APROA* (APROA, 2004), *COdA* (Romero, Cesteros, & de Armas Ranero, 2012)) o didáctica (*HEODAR* (Morales, García, Moreira, Rego, & Berlanga, 2005), entre otros que se trataran posteriormente). Debido a que cada modelo generado ha considerado estas características de evaluación de manera independiente se pretende realizar un modelo que abarque el aspecto tecnológico y didáctico en uno solo.

La calidad de un OA puede ser evaluada desde diferentes perspectivas, los cuales permiten aproximar el análisis de la calidad en los OA. Desde el punto de vista de su producción, la calidad puede medirse centrándose en el producto (el objeto mismo) o en el proceso (desarrollo del objeto) (Lavín, Del Solar, Fischer, & Ibarra, 2002). La Tabla 1 muestra esta clasificación:

Tabla 1 Aspectos de la calidad en OA según el centro de atención

ATENCIÓN	ASPECTOS DE LA CALIDAD
Producto	Calidad en contenido, estructura interna y uso del OA.
	Calidad en Metadatos
Proceso	Calidad en cuanto a los procedimientos, métodos o técnicas utilizadas en el desarrollo.
	Calidad en los productos de trabajo intermedio y el OA como producto final de la última etapa de desarrollo.

Fuente: Tomado de (Lavín, Del Solar, Fischer, & Ibarra, 2002)

Adicionalmente, la evaluación tecnológica debe seguir normativas que son contempladas dentro de la gestión de calidad, la cual nos indica los parámetros a cumplir para alcanzar una calidad tecnológica. Esto se soporta con la utilización del método IQMC (Individual Quality Model Construction) (Franch & Carvalho, 2003) el cual mediante su enfoque de construcción mixta permite orientar al punto de vista que se desea evaluar la calidad, afinando las diferentes características y subcaracterísticas que estructuran el modelo de calidad. Escobar y Rodríguez resaltan en que las diferentes normativas que se consideren en el modelo de calidad son las que dirigen los resultados para de esta manera poder evaluar la calidad (Escobar & Rodríguez, 2014).

Considerando el marco de trabajo, métricas y normativas antes mencionadas, aparece COdA que es una herramienta para la evaluación y mejora de Material Didáctico Digital (MDD). Esta herramienta evalúa aspectos de usabilidad y fiabilidad y es la única que evalúa los ámbitos tecnológicos y didácticos conjuntamente, pero no es aplicable para objetos de aprendizaje (Fernández-Pampillón, Domínguez-Romero, & de Armas-Ranero, 2012) (Romero, Cesteros, & de Armas Ranero, 2012). A pesar de ello es un punto de partida para llegar a evaluar objetos de aprendizaje debido a que como menciona Romero en su artículo (Romero, Cesteros, & de Armas Ranero, 2012) los parámetros principales de evaluación en COdA son:

- Objetivos y coherencia didáctica
- Calidad de los Contenidos
- Capacidad de generar reflexión, crítica e innovación
- Interactividad y adaptabilidad del MDD
- Motivación
- Formato y Diseño
- Usabilidad
- Accesibilidad
- Reusabilidad
- Interoperabilidad

Estos parámetros pueden ser considerados para la evaluación de objetos de aprendizaje en los ámbitos antes mencionados. A pesar de estos esfuerzos, no podemos hablar todavía de un modelo de calidad para OA que incluya los dos aspectos, esto a consecuencia de que los autores hasta la fecha no han definido modelos de



evaluación mixta y aún menos para lo tecnológico y didáctico, por lo que hace necesario establecer un modelo que unifique la evaluación de estos campos.

1.2.- Planteamiento del problema y justificación

Este trabajo pretende definir un nuevo modelo de calidad para la evaluación de objetos de aprendizaje, que incluya propiedades de calidad presentadas en modelos preexistentes y una vez construido utilizarlo para la evaluación de un OA. El nuevo modelo de evaluación de calidad constará de una matriz y métricas que permitan evaluar los OA. El nuevo modelo se propone debido a que los modelos actuales se enfocan a aspectos o ámbitos de manera individual y no se los integra. Por este motivo se creará un modelo que recoja los aspectos tecnológicos y didácticos en uno solo.

La literatura nos presenta varios logros conseguidos por los diferentes pioneros en el manejo y utilización de los OA, es así que será la base de la conceptualización e inicio del levantamiento de información del estado del arte tanto de modelos enfocados en lo tecnológico, así como en lo didáctico. De esta manera se observará la falta de modelos que permitan esta dualidad en su evaluación.

Se considera solo los ámbitos tecnológico y didáctico ya que son los principales pilares de desarrollo y están directamente vinculados con lo estructural de un Objeto de Aprendizaje, es decir en la parte técnica son los parámetros relevantes para la construcción del material.

En base a la literatura analizada, se tomará las características y subcaracterísticas incluidas en la norma ISO/IEC 25010 para agrupar y generar nuevo conocimiento que será diseñada en un modelo i^* . Mientras que con la norma ISO/IEC 25010 se proporciona un marco de trabajo para la evaluación de la calidad del software, la cual es aplicable a los objetos de aprendizaje como un artefacto de software en un sentido amplio (Vidal, Segura, & Prieto, 2008)¹, con la notación i^* se describirá la intencionalidad que los diferentes actores tienen sobre un sistema. Así i^* permitirá identificar de manera clara los objetivos, calidades (requerimientos no funcionales o relaciones entre los requisitos no funcionales) tareas y recursos que están involucrados. El modelo i^* ofrecerá una serie de niveles de análisis en términos de capacidad, capacidad de trabajo, la viabilidad y credibilidad (iStar Wiki, 2015). A medida de la realización del modelo i^* en conjunto con la clasificación de características y subcaracterísticas, se generará una trazabilidad, la cual permitirá establecer parámetros de evaluación adecuados desde un ámbito tanto tecnológico como didáctica.

1.3.- Objetivos e hipótesis del trabajo

Objetivo general

Construir un modelo de calidad que permita evaluar objetos de aprendizaje considerando tanto aspectos tecnológicos como didácticos.

Objetivos específicos

Como objetivos específicos se plantean:

¹ A raíz de la necesidad de mejorar la norma ISO/IEC 9126, nació la norma ISO/IEC 25010, la cual agrega características de evaluación a su antecesora.



- Seleccionar parámetros de evaluación de OA incluidos en modelos de calidad existentes.
- Extraer criterios tecnológicos y didácticos de los OA
- Desarrollar un modelo de contexto para los OA utilizando la notación i^*
- Construir un modelo de calidad basado en la norma ISO/IEC 25010, para la evaluación de Objetos de Aprendizaje
- Generar la trazabilidad entre los elementos del modelo de calidad y el modelo de contexto construido.
- Evaluar un objeto de aprendizaje con el modelo de calidad generado.

Hipótesis

Se puede construir un modelo de calidad que permita evaluar los OA desde las perspectivas tecnológicas y didácticas utilizando una estructura común.

1.4.- Metodología de la investigación

La metodología de trabajo a seguir para lograr la consecución de los objetivos de esta tesis consta de las siguientes etapas:

1. Descripción de los Objetos de Aprendizaje: Explicación de concepto, entornos, aplicación, usabilidad, portabilidad, ventajas.
2. Descripción de la calidad desde un ámbito tecnológico (software) así como la calidad desde un ámbito didáctico.
3. Construcción del modelo de contexto de un Objeto de Aprendizaje utilizando la notación i^* .
4. Mapeo de las dependencias incluidas en modelo de contexto del Objeto de Aprendizaje a los elementos de calidad incluidos la norma ISO/IEC 25010.
5. Descomposición del modelo de calidad incorporando propiedades identificadas en la revisión de modelos de calidad preexistentes.
6. Validar el modelo de calidad resultante, mediante la evaluación de un objeto de aprendizaje.

1.5.- Esquema de contenido

En adición a este capítulo introductorio, el presente trabajo de titulación se encuentra estructurado con los siguientes capítulos:

- El capítulo 2 presenta una revisión de los conceptos que se han propuesto para un Objeto de Aprendizaje, así como las características que estos deben tener, con un enfoque en los metadatos. Adicionalmente se realiza un análisis de los metadatos que se han descrito en la literatura enfocados al ámbito educativo. Como resultado se presenta una tabla comparativa de los elementos identificados en las distintas propuestas.
- El capítulo 3 presenta una visión general del concepto de modelo de calidad, así como diversos modelos de calidad que han sido propuestos para evaluar OA desde las perspectivas tecnológica y didáctica. Adicionalmente se presenta el



método IQMC cuyo objetivo es guiar la construcción de un nuevo modelo de calidad y se introduce el modelo de calidad propuesto en la norma ISO/IEC 25010. Finalmente se desarrolla una tabla con todos atributos identificados en la revisión de la literatura que permiten evaluar un OA.

- El capítulo 4 presenta una introducción de la notación i^* , que incluye tipos de modelos, definiciones de actores, relaciones, reglas, restricciones, y enlaces que pueden existir entre elementos de la notación. Esto permitirá la construcción de un modelo de contexto bajo la notación i^* .
- El capítulo 5 presenta el desarrollo del nuevo modelo de calidad para OA. Primero se construye un modelo de contexto de los OA basado en la notación i^* , en el que se identifica a los actores que interactúan directamente con el OA, así como cada una de las dependencias sociales y elementos intencionales. Posteriormente se presenta cada uno de los pasos realizados en base al método IQMC. Así mismo se presenta el mapeo realizado en cada una de las características y subcaracterísticas de la norma ISO/IEC en conjunto con sus atributos y métricas consideradas a partir del modelo de contexto y la literatura.
- El capítulo 6 presenta la aplicación del nuevo modelo de calidad en la evaluación de un OA como ejemplo. Además, se da a conocer los resultados obtenidos de la evaluación con su respectivo análisis. Así también se proporciona las principales conclusiones a las que se ha llegado con este trabajo, al mismo tiempo que presenta las líneas de trabajo futuros en relación a esta tesis.



Capítulo 2. Los Objetos de Aprendizaje (OA)

2.1.- Introducción

En este capítulo se presenta el estado del arte sobre Objetos de Aprendizaje (OA), sus principales características, producto de distintas visiones conceptuales y modelos de metadatos que han llegado a ser parte fundamental en las diferentes aplicaciones propuestas para los Objetos de Aprendizaje. Finalmente se presenta una definición práctica de lo que es un OA que servirá de guía en la propuesta del modelo de calidad.

Así mismo se presentará una revisión de los modelos de metadatos, que según el enfoque describen entre otras cosas el contenido de un OA. Diferentes modelos se han estandarizado entre la comunidad científica (como lo son, Dublin Core, METS, MODS, entre otros), por su parte otros modelos se han generalizado y se han posicionado como estándares de facto (Maldonado, 2015, pág. 12), es decir que no se han evaluado de manera oficial sino solamente por las personas que los utilizan, pero son confiables, conocidos y difundidos. Posteriormente, se presentan los modelos de metadatos Dublin Core, LOM y MLR que son los estándares más utilizados para detallar materiales educativos.

2.2.- Definición y características de un OA

Un Objeto de Aprendizaje a lo largo del tiempo ha ido adoptando diferentes concepciones es así que, en el diccionario de la Real Academia Española, un **objeto** es denominado como:

“Todo lo que puede ser materia de conocimiento o sensibilidad de parte del sujeto, incluso este mismo. Aquello que sirve de materia o asunto al ejercicio de las facultades mentales.” (Española, 2016)

De la misma manera la Real Academia Española indica que aprendizaje es:

“Acción y efecto de aprender algún arte, oficio u otra cosa. Adquisición por la práctica de una conducta duradera.” (Española, 2016)

Considerando las definiciones de la Real Academia Española se puede concluir que un Objeto de Aprendizaje se define como aquello que contiene materia y sirve para el aprendizaje.

A continuación, se presenta un estado del arte de los diferentes conceptos que se han ido desarrollando en la línea del tiempo:

En los años 90 se presentaron diversos conceptos de Objetos de Aprendizaje (OA); David Merrill indica que en la representación del conocimiento en términos de objetos se lo puede llamar como “marcos”, donde cada “marco” tiene una estructura interna y se enlaza con otros “marcos” (Merrill, Li, & Jones, 1991). Por



su parte Wayne Hodgins define a los OA como piezas de Lego, las cuales pueden ser acopladas de diferentes maneras² (Hodgins H. W., 2000).

A finales de los 90`s, James L'Allier define a un OA como "la experiencia de formación independiente más pequeña que contiene un objetivo, actividades de aprendizaje y una evaluación", posteriormente la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet define a un OA como "la entidad formativa digital desarrollada para la generación de conocimiento, habilidades, y actitudes, que tiene sentido en función de las necesidades del sujeto y que corresponde con una realidad concreta." (Ramírez, 2007). Barritt, Lewis, y Wieseler (Cisco System) definen a un OA como Objeto de Aprendizaje Reutilizable (Reusable Learning Object - RLO) los cuales estarían formados por Objetos Informativos Reutilizables (RIO) (Barritt & Lewis, 1999, pág. 4).

A inicios del año 2000 *Learning Technology Standards Committee* (LTSC) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) define a un OA como "cualquier entidad (digital o no) que puede ser usada, reusada o referenciada durante el aprendizaje apoyado en tecnología" (IEEE Learning Technology Standards Committee, 2002). Como consecuencia de esta definición de OA (Polsani, 2003, pág. 3) sostiene que un "OA de la IEEE es no solo general sino también impracticable, en parte porque objetos no digitales como equipamiento informático u objetos digitales como imágenes gozan del mismo estatus conceptual, así se hace imposible usar el término OA de forma significativa". Por su parte Wiley delimita al OA como "cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado para apoyar el aprendizaje" (Wiley, 2000).

A continuación, se presentan diversas definiciones sobre OA que han sido recopiladas de la literatura, las mismas que permitirán tener un conocimiento base sobre un OA, así como también servirán para extraer las diferentes características que debe poseer un OA:

- "Una colección de objetos de información ensamblada usando metadatos para corresponder a las necesidades y personalidad de un aprendiz en particular. Múltiples OA pueden ser agrupados en conjuntos más grandes y anidados entre sí para formar una infinita variedad y tamaños" (Hodgins H. W., 2000).
- "Un OA es una entidad informativa digital que se corresponde (representa) con un objeto real, creada para la generación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, y que cobra sentido en función de las necesidades del sujeto que lo usa" (Chan Núñez, 2002, pág. 10).
- "Una unidad autónoma e independiente de contenido de aprendizaje que está dispuesta al reuso en múltiples contextos de enseñanza" (Polsani, 2003, pág. 6).

² Anteriormente ya se hizo una asociación similar en donde Gerard en 1969, planteó que se podía considerar a las unidades curriculares como partes más pequeñas similares al MECCANO que era un juego infantil creado por Frank Hornby en 1901 el cual consta de piezas metálicas con orificios que pueden ensamblarse con tuercas y tornillos(<http://www.meccano.com>)



- “Cualquier recurso digital reutilizable que está encapsulado en una lección o un conjunto de lecciones agrupadas en unidades, módulos, cursos e incluso programas” (McGreal, 2004, pág. 13).
- “Los OA reutilizables son recursos digitales que pueden integrarse en distintos contextos curriculares apoyando programas formativos con distintos objetivos, destinatarios, etc., y que pueden reutilizarse indistintamente sin adaptación” (Zapata Ros, 2005, pág. 13).
- “Recursos digitales auto contenidos, diseñados para utilizarse en procesos de enseñanza y aprendizaje, y se caracterizan por la capacidad de reuso que contienen, apoyándose fuertemente en cuestiones de programación orientada a objetos y clasificación bibliotecológica” (García Aretio, 2005, pág. 1).
- “Un conjunto de recursos digitales, auto contenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El OA debe tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación”. (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2006) (Leal Fonseca, 2008, pág. 80).
- “Una entidad digital, auto contenible y reutilizable, con un claro propósito educativo constituido por al menos tres componentes internos editables: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. A manera de complemento, OA han de tener una estructura (externa) de información que facilite su identificación, almacenamiento y recuperación: los metadatos” (Chiappe, 2007, pág. 263).
- “La unidad mínima de aprendizaje, en formato digital, que puede ser reutilizada. Para que la reutilización sea posible es imprescindible que el objeto no esté contextualizado” (Martínez Naharro, 2007, pág. 4).
- “Una información reusable, independiente del medio, usada como un bloque modular para crear contenidos de e-learning” (Gonzalez-Barnone, 2008, pág. 1635).
- “Un OA es una unidad didáctica en formato digital, independiente, auto contenida, perdurable y predispuesta para su reutilización en varios contextos educativos por la inclusión de información auto descriptiva en forma de metadatos” (Sicilia & Sánchez, 2009, pág. 9).
- “Una unidad didáctica digital diseñada para alcanzar un objetivo de aprendizaje simple, y para ser reutilizada en diferentes Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje, y en distintos contextos de aprendizaje. Debe contar, además, con metadatos que propicien su localización y permitan abordar su contextualización” (Astudillo, Sanz, & Willging, 2011, pág. 34).

- “Un tipo de material educativo digital, que se caracteriza, desde el punto de vista pedagógico, por orientarse a un objetivo específico de aprendizaje, y presentar mínimamente: una serie de contenidos con el fin de abordar la temática relacionada con el objetivo, una actividad que permita al alumno poner en práctica o problematizar el contenido presentado, y una autoevaluación que posibilite conocer al alumno, si ha podido comprender esos contenidos vinculados al objetivo. Desde el punto de vista tecnológico, se caracteriza por contener un conjunto de metadatos estandarizados para su búsqueda, y recuperación, y estar integrado, utilizando un modelo de empaquetamiento que respete estándares, y de esta manera permita su diálogo con diferentes entornos tecnológicos” (Sanz, 2014, pág. 1).

A continuación, se presenta una tabla resumen de las diferentes características de un OA presentadas por los autores en las definiciones que se han extraído de la bibliografía:

Tabla 2 Resumen de definiciones de un OA

Autor	Definición	Parte de algo	Unidad autónoma	Estructura interna	Objetivos / Necesidades /	Evaluación	Entidad formativa digital	Objetos formativos	Reutilizable	Recurso digital	Estructura externa (metadatos)
Real Academia Española		X									
David Merrill				X							
Wayne Hodgins		X		X							
James L'Allier		X			X	X					
María Soledad Ramírez					X		X				
Barrit, Lewis & Wieseler								X	X		
IEEE		X		X					X	X	
David Wiley									X	X	
Chan Núñez		X			X		X	X		X	
Polsani			X						X		
Mc Greal		X							X	X	
Zapata Ros					X				X	X	
García Aretio		X			X				X	X	
Ministerio de Educación Nacional de Colombia					X				X	X	X
Chiappe		X			X				X		X
Martínez Naharro		X							X	X	
Gonzalez-Gamone		X							X		
Sicilia & Sánchez		X							X	X	X
Astudillo, Sanz & Wilging		X			X				X	X	X
Sanz					X	X				X	X

Fuente: Propia

Un OA desde la posición adoptada en este trabajo, debe cumplir al menos con las siguientes características:

- **Educativo:** Cuando un OA cumple o adquiere una intencionalidad y/o finalidad educativa destinada a facilitar la comprensión, la representación de un concepto, teoría, fenómeno, conocimiento o acontecimiento, además promueve en los individuos el desarrollo de capacidades, habilidades y competencias de distinto orden: cognitivo, social, cultural,



tecnológico, científico, entre otros (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2012).

- **Interoperable:** Es la propiedad que le permite a un OA contar con las condiciones y ser desplegado en los diferentes entornos tecnológicos reconocidos, que permita su plena funcionalidad y que utilicen estándares homogéneos (Romero, Cesteros, & de Armas Ranero, 2012).
- **Generalizable:** Es la capacidad para construir nuevas instrucciones, unidades, módulos, entre otros, a partir del ensamblaje con otros OA. Con lo cual permite actualizarse o modificarse mediante la colaboración de la comunidad de desarrollo de OA, acrecentando sus potencialidades (García Aretio, 2005).
- **Granular:** Es la cualidad que busca definir la “atomicidad” que debe tener un OA, de esta manera permite determinar la estructura interna con la que debe contar un OA. Los OA pueden tener una granularidad fina, lo que se traduce en una mayor facilidad para su reutilización tecnológica y educativa; así mismo pueden tener una granularidad gruesa, lo cual dificulta la reutilización del OA (OIT/CINTERFOR, 2013).
- **Publicable:** Busca garantizar que el OA pueda ser consultado y/o utilizado por el mayor número de personas. Facilita la identificación, localización mediante el etiquetado con diversos descriptores (metadatos) que permitirán la catalogación y almacenamiento en el correspondiente repositorio (García Aretio, 2005). También hace referencia a la forma de “licenciar” los OA para que el acceso a estos sea de dominio público o privado.
- **Reutilizable:** Se lo conoce de diferentes maneras entre ellas como reusabilidad o reuso, sin embargo, al no existir en la RAE el término reuso, se debe hablar de reutilización. Algunos autores como Hodgins, Ehlers & Pawlowski (Hodgins, Ehlers, & Pawlowski, 2006) diferencian reuso y reutilización, tomando el primero para cuando se vuelve a utilizar un OA en el mismo contexto (reciclar) y reutilización cuando el OA se lo utiliza como recursos didáctico en otro contexto, incluso para derivar nuevas lecciones, unidades, módulos, etc. Dentro de las acepciones que los autores le dan al concepto de reutilización de OA se las puede clasificar en 3 grupos:
 - Aquellas de carácter tecnológico (reutilización técnica).
 - Aquellas que apuntan a la utilización de los OA en diferentes contextos educativos (reutilización didáctica).
 - Aquellas que exigen a los OA que cumplan con ambas características.

Adicional a las características básicas que debe cumplir un OA, las cuales se consideran en base a la revisión de la literatura, se considera la comparativa presentada por Maldonado (Maldonado, Carvallo, & Sigüencia, 2015, págs. 36-45). Los parámetros como características de un OA serían: la utilización de metadatos, publicación en repositorios, despliegue en diferentes ambientes, interoperabilidad, aspectos considerados desde la enseñanza y aprendizaje, estructura interna, granularidad y



generatividad, es por este motivo que se han seleccionado algunos métodos propuestos a nivel Iberoamericano en conjunto con otros propuestos a nivel mundial, para así elegir los aspectos más relevantes de todos ellos y generar un modelo de calidad consolidado considerando los diferentes aspectos y parámetros incluidos en cada uno de ellos.

2.3.- Modelos de metadatos

En esta sección se puntualiza lo que es un modelo de metadatos, por lo que se analizarán definiciones propuestas. Hay que considerar que, las diferentes definiciones de OA propuestas también se los considera en base a modelos de metadatos, que permiten obtener las características de los archivos que contienen los OA de manera digital. Además, los modelos de metadatos abarcan necesidades encontradas en el transcurso de las actividades educativas y tecnológicas, como lo es el conocer un objetivo, grupo de trabajo al que va enfocado, entre otros.

La IEEE indica que los metadatos corresponde a “información sobre un objeto, sea físico o digital” (IEEE Learning Technology Standards Committee, 2002, pág. ii), por su parte García manifiesta que un metadato es “una estructura detallada del texto, que describe atributos, propiedades y características, distribuidos en diferentes campos que identifican claramente al objeto, con el fin de que pueda encontrarse, ensamblarse y utilizarse” (García Aretio, 2005, pág. 2).

Considerando estos antecedentes, se puede afirmar que un modelo de metadatos representa a un conjunto de datos para dar a conocer sus características (Lamarca, 2007). Lamarca clasifica a los metadatos según el tipo como:

- Metadatos administrativos
- Metadatos descriptivos
- Metadatos para la conservación
- Metadatos técnicos
- Metadatos de uso

Nos enfocaremos en nuestro caso a los metadatos descriptivos, los cuales mantienen una relación y similitud directa con las características de los OA. Las siguientes secciones presentan los modelos de metadatos descriptivos.

2.3.1.- Dublin Core Metadata Initiative – DCMI

La palabra metadatos -datos acerca de datos (Senso, 2003)-, articula un contexto para objetos de interés o en su defecto recursos, tales como archivos MP3, libros de la biblioteca, o imágenes de satélite. La descripción de recursos se remonta a los primeros archivos y catálogos de bibliotecas. El moderno campo “metadatos” que dio origen a *Dublin Core* y otras normas recientes surgió con la revolución de la Web a mediados de la década de 1990 (DCMI, 2016).

Dublin Core alcanzó una amplia difusión como parte de *Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting* (OAI-PMH) y ha sido difundido por IETF RFC³ 5013

³ IETF RFC: Internet Engineering Task Force Request for Comments/Grupo de Trabajo de Ingeniería de Redes (Kunze & Baker, 2007).



), ANSI / NISO⁴ estándar Z39.85-2007 (American National Standards Institute (ANSI), 2016) (NISO, 2007), y la norma ISO 15836:2009⁵ (ISO, 2009).

A partir de 2000, la comunidad de Dublin Core trabajó en diferentes perfiles de aplicación para satisfacer los requisitos de aplicaciones particulares. Como parte de un conjunto extendido de términos de metadatos DCMI (Dublin Core Metadata Initiative), Dublin Core poco a poco se convirtió en uno de los vocabularios más populares para su uso con RDF (Resource Description Framework).

DCMI, por tanto, es un modelo que, a través de sus 15 elementos, permite elevar el grado de interoperabilidad semántica, lo que provee un alto grado de flexibilidad (DCMI, 2016). Los elementos de este modelo se describen a continuación:

1. **Title/Título:** Corresponde al nombre formal que se da al recurso.
2. **Subject/Tema:** Es el tema del contenido del recurso. Por lo general, se expresa mediante palabras clave, frases clave o códigos de clasificación que describen el tema del recurso.
3. **Description/Descripción:** Una representación del contenido del recurso. La descripción puede incluir, pero no se limitan a: un resumen, tabla de contenidos, la referencia a una representación gráfica del contenido o una cuenta de texto libre del contenido.
4. **Type/Tipo:** La naturaleza o género del contenido del recurso. El tipo incluye: términos que describen las categorías, funciones, géneros o niveles generales de agregación de contenidos.
5. **Source/Fuente:** Una referencia a un recurso derivado del recurso actual. Se recomienda referenciar el recurso por medio de una cadena o un número conforme a un sistema de identificación.
6. **Relation/Relación:** Una referencia a un recurso relacionado. Es recomendado referenciar el recurso por medio de una cadena o un número conforme a un sistema de identificación formal.
7. **Coverage/Cobertura:** La extensión o alcance del contenido del recurso. La cobertura incluirá típicamente localización espacial (un nombre de lugar o coordenadas geográficas), el período temporal (una etiqueta período, fecha o rango de fechas) o jurisdicción (como una entidad administrativa).
8. **Creator/Creador:** Una entidad principal responsable de hacer el contenido del recurso. Los ejemplos de un Creador incluyen a una persona, una organización o un servicio. Normalmente, el nombre del creador se debe utilizar para indicar la entidad.
9. **Publisher/Editor:** La entidad responsable de hacer que el recurso esté disponible. Los ejemplos de un editor incluyen a una persona, una organización o un servicio. Normalmente, el nombre de un editor se debe utilizar para indicar la entidad.
10. **Contributor/Contribuyente:** Se refiere a una entidad responsable de hacer contribuciones al contenido del recurso. Los ejemplos de un colaborador incluyen a una persona, una organización o un servicio. Por lo general, el nombre de un colaborador se debe utilizar para indicar la entidad.

⁴ ANSI/NISO: American National Standards Institute/Instituto Nacional Americano de Estándares (American National Standards Institute (ANSI), 2016)/ National Information Standards Organization/Organización Nacional de Normas de Información (NISO, 2007).

⁵ ISO 15836:2009: Documentación e información sobre el conjunto de metadatos de Dublin Core (ISO, 2009).



11. **Rights/Derechos:** Incluye información acerca de los derechos del titular y sobre el recurso. Normalmente, un elemento de Derechos contiene una declaración de gestión de derechos para el recurso, o hace referencia a un servicio que proporciona dicha información.
12. **Date/Fecha:** Corresponde a una fecha asociada a un evento en el ciclo de vida del recurso. La fecha se asocia con la creación o disponibilidad del recurso.
13. **Format/Formato:** Indica el tipo de presentación, ya sea física o digital del recurso. Por lo general, el formato puede incluir el tipo de medio o dimensiones del recurso.
14. **Identifier/Identificador:** Es una referencia al recurso dentro de un contexto dado. Es decir, identifica al recurso por medio de una cadena o un número conforme a un sistema de identificación formal.
15. **Language/Idioma:** Un idioma del contenido intelectual del recurso.

2.3.2.- Metadata Encoding and Transmission Standard – METS

METS es una codificación de metadatos y especificaciones de transmisión, expresada en XML, que se proporciona a los medios para transmitir los metadatos necesarios tanto para la gestión de objetos digitales dentro de un repositorio, así como también para el intercambio de dichos objetos entre repositorios.

Este formato de objeto fue diseñado para permitir la puesta en común de los esfuerzos para desarrollar herramientas de gestión de información y facilitar el intercambio interoperable de materiales digitales entre las instituciones. El esquema XML METS fue creado en 2001 bajo el patrocinio de la Federación de Bibliotecas Digitales (DLF)⁶. En 2004 recibió NISO⁷ de registro, que fue renovado en 2006 (METS, 2016).

De ahí, una estructura de METS *contempla siete secciones dentro de las cuales este trabajo utiliza sólo los metadatos descriptivos, los cuales ofrecen información acerca de la creación y almacenamiento de los archivos que conforman el objeto digital, así como también los derechos de propiedad intelectual, metadatos sobre el objeto original a partir del cual se obtuvo la representación digital, e información sobre la procedencia de los archivos que conforman el objeto digital* (METS, 2016).

La sección Metadatos Descriptivos consiste en uno o más elementos <dmdSec> (Descriptive Metadata Section). Es aquí donde cada elemento <dmdSec> puede:

- a) contener un puntero a metadatos externos (elemento <mdRef>);
- b) contener metadatos internamente (dentro de un elemento <mdWrap>), o
- c) combinar estas dos opciones.

Cada elemento mdRef recoge una URI en la que pueden recuperarse metadatos externos. Por su parte el elemento mdWrap contiene los metadatos dentro del propio

⁶ DLF: Digital Federation Library/Federación de bibliotecas digitales es una comunidad sólida, diversa, y cada vez incluye a profesionales en la investigación, el aprendizaje, la justicia social y bien público, a través del diseño creativo y la aplicación racional de las tecnologías digitales de la biblioteca (DLF, 2016).

⁷ NISO: National Information Standards Organization/Organización Nacional de Normas de Información es una asociación sin ánimo de lucro que identifica, desarrolla, mantiene y publica las normas técnicas para gestionar la información en el entorno digital (NISO, 2007)



documento METS. Cabe indicar que todos los elementos <dmdSec> deben contar con un atributo ID. Este atributo es el encargado de asignar un identificador interno, único en el documento, a cada elemento <dmdSec>. Este identificador podrá usarse en el mapa estructural para enlazar una división particular de la jerarquía del documento con un elemento <dmdSec> específico. Esto permite enlazar metadatos descriptivos con secciones específicas del objeto digital (METS, 2016).

El esquema METS permite la codificación de metadatos descriptivos, administrativos y estructurales para un objeto digital, expresa las relaciones entre metadatos. De esta manera, se brinda un estándar útil para intercambiar objetos digitales entre repositorios.

2.3.3.- Metadata Object Description Schema – MODS

La Biblioteca del Congreso de Desarrollo de Redes y la Oficina de Normas (MARC, por sus siglas en inglés), desarrollaron el esquema de metadatos de descripción de objetos (MODS, por sus siglas en inglés) en 2002. Este esquema se enfocó para un conjunto de elementos bibliográficos que se puede utilizar para una variedad de propósitos, y en particular para aplicaciones de biblioteca. Al ser un esquema XML es capaz de llevar datos seleccionados, así como para permitir la creación de registros de descripción de recursos originales. Cabe indicar que incluye un subconjunto de campos MARC, donde utiliza las etiquetas basadas en el lenguaje más no en números. En mayo del 2015 se propuso su tercera versión (versión 3.6). MODS se expresa mediante el lenguaje de esquema XML del World Wide Web Consortium. El estándar es mantenido por el Comité Editorial MODS con el apoyo de la Oficina de Desarrollo de Redes y Normas MARC de la Biblioteca del Congreso (MODS, 2016).

Los metadatos que se manejan son los siguientes:

- **titleInfo**: Puede ser bases de datos y listas que contengan nombres estándar de las personas, organizaciones, familias y reuniones y títulos estándar de recursos y asigna un código a cada base de datos o lista.
- **name**: Al igual que el título, puede ser cualquier nombre que identifique al recurso.
- **typeOfResource**: Puede ser un texto, cartografía, archivos de audio, imágenes, software, multimedia o material mixto.
- **genre**: Es una lista de fuentes que indican las características físicas del recurso.
- **originInfo**: Todo tipo de información que de indicios donde fue realizada.
- **language**: Idioma en el que está realizado el recurso.
- **physicalDescription**: Descripción del recurso.
- **abstract**: Reseña que indique para que fue realizado el recurso.
- **tableOfContents**: Lista del contenido que posee el recurso.
- **targetAudience**: Público hacia el cual va dirigido este recurso.
- **note**: Notas que puedan servir como guía de utilización.
- **subject**: Tema del que trata el recurso, va vinculado con el título del recurso.
- **classification**: Esquema de clasificación y asignación posible de un código según el esquema que se seleccione.
- **relatedItem**: Se relaciona con el URI que maneje el recurso.



- **identifier**: Número que identifica de manera única al recurso.
- **location**: Códigos, información posible que pueda identificar el lugar de creación del recurso.
- **accessCondition**: Permite detallar información del esquema que se esté utilizando.
- **part**: Número, capítulo o sección a la cual pertenece el recurso.
- **extention**: Extensión que posee el recurso.
- **recordInfo**: Información sobre fecha de origen, identificadores, lenguaje de clasificación, entre otros.

2.3.4.- Encoded Archival Description – EAD

Este proyecto comenzó en la biblioteca de la Universidad de California, Berkeley, en 1993. El objetivo fue investigar la conveniencia y la viabilidad de desarrollar un estándar de codificación no propietario de los instrumentos de descripción legibles por máquina, tales como inventos, registros, índices y otros documentos creados por archivos, bibliotecas, museos y repositorios de manuscritos para apoyar el uso de sus propiedades. Los directores del proyecto reconocieron el papel creciente de las redes de acceso a la información sobre la titularidad, y estuvieron dispuestos a incluir información más allá de la que fue proporcionada por los registros tradicionales legibles por máquina (EAD, 2016).

El desarrollo de la EAD DTD (Encoded Archival Description Document Type Definition) fue realizado a través de la cooperación de la industria en conjunto con especialistas de la Universidad de Berkeley que trabajaron con expertos de grupos de entidades empresariales de diversa índole. Daniel Pitti, el investigador principal del Proyecto Berkeley, desarrolló requisitos para el estándar de codificación que incluía los siguientes criterios (EAD, 2016):

1. capacidad de presentar extensa e interrelacionados información descriptiva que se encuentra en los instrumentos de descripción de archivo,
2. capacidad de preservar las relaciones jerárquicas existentes entre los niveles de la descripción,
3. capacidad de representar la información descriptiva que se hereda en un nivel jerárquico de otro,
4. capacidad de moverse dentro de una estructura jerárquica de información, y
5. apoyo a la indexación y recuperación de elementos específicos

Antes de la liberación de EAD3 1.0, la primera sección de un instrumento de descripción EAD-codificada es la *eadheader*. Esta sección contiene: el título y el subtítulo opcional de la información detallada sobre el propio instrumento de descripción recogida, fecha de creación, su historial de revisiones, el idioma del instrumento de descripción está escrito, y así sucesivamente. El *eadheader* en sí tiene una serie de atributos que se asignan a diversas normas ISO como ISO 3166-1 para los códigos de país y de la ISO 8601 para formatos de fecha. El *eadheader* y sus elementos secundarios se pueden asignar a otras normas para facilitar el intercambio de información. A menudo se asignan a los elementos de Dublin Core como Creador, Autor, Idioma (EAD, 216).



2.3.5.- Text Encoding Initiative - TEI

El Text Encoding Initiative (TEI) es un consorcio que desarrolla y mantiene un estándar para la representación de textos en formato digital de manera colectiva. Su principal entregable es un conjunto de directrices que especifican los métodos de codificación de textos legibles por máquina, sobre todo en las humanidades, las ciencias sociales y la lingüística. Desde 1994, las Normas del TEI han sido ampliamente utilizados en las bibliotecas, museos, editores y estudiosos individuales para presentar textos para la investigación en línea, la enseñanza y preservación. Además de las propias directrices, el Consorcio ofrece una variedad de recursos y actividades de formación para el aprendizaje de TEI, información sobre los proyectos utilizando el TEI, una bibliografía de publicaciones relacionadas con el TEI, y el software desarrollado para o adaptado para el TEI (TEI, 2016).

El esquema de codificación TEI consta de un número de módulos, cada uno de los cuales declara elementos XML particulares en conjunto con sus atributos. Parte de la declaración de un elemento incluye su asignación a una o más clases de elementos. Otra parte define su posible contenido y atributos con referencia a estas clases. Los elementos pueden ser combinados más o menos libremente para formar un esquema apropiado para un conjunto particular de requisitos, todo esto se lo presenta en hojas de estilo que pueden ser modificadas según los criterios y necesidades (TEI, 2016).

2.3.6.- Metadata Resources for Digital Libraries - MRDL

Durante los últimos cincuenta años los recursos de metadatos para bibliotecas digitales MRDL (por sus siglas en inglés *Metadata Resources for Digital Libraries*) han producido una amplia gama de estándares en todos los campos de bibliotecarios y de información. Los estándares de IFLA (International Federation of Library Associations) son revisados a nivel internacional, se publican y actualizan periódicamente. Cada norma IFLA refleja el consenso actual sobre normas, principios, directrices, mejores prácticas o modelos para una actividad o servicio en particular (IFLA, 2015).

IFLA generalmente utiliza el término estándar para referirse a los siguientes tipos de documentos:

- Modelos conceptuales.
- Reglas para la descripción de recursos.
- Códigos de formato digital.
- Directrices (documentos con instrucciones, consejos y modelos de prácticas preferidas).
- Las mejores prácticas (documentos compuestos de procedimientos y técnicas basadas en la experiencia y la investigación).

Una comparativa de los Modelos de metadatos se presenta en la tabla 3:

Tabla 3 Resumen de características de los modelos de metadatos

MODELO	CARACTERÍSTICAS						
	Codificación de datos	Transmite metadatos	Intercambio de información	Metadatos descriptivos	Fácil uso	Interoperabilidad	Conjunto de directrices
Dublin Core Metadata Initiative-DC	X	X	X	X	X	X	
Metadata Encoding and Transmission Standard - METS	X	X	X	X	X		
Metadata Object Description Schema - MODS	X	X	X	X			
Encoded Archival Description - EAD	X		X				
Text Encoding Initiative - TEI	X		X				X
Metadata Resources for Digital Libraries - IFLA	X		X				X

Fuente: Propia

2.4.- Metadatos enfocados al ámbito educativo

Para contextualizar los metadatos en el ámbito de educación, se ha realizado una revisión de los que han sido propuestos hasta el momento. Así mismo se ha considerado incorporar en esta sección al estándar de facto IMS (Instructional Management Systems) (IMS Global Learning Consortium Inc., 2003), ya que contiene características relevantes para el ámbito educativo. Entre los modelos de metadatos más difundidos en el ámbito de la educación y el aprendizaje tenemos los siguientes:

2.4.1.- Learning Object Metadata - LOM

Learning Object Metadata (LOM) es el estándar IEEE 1484.12.1 de e-learning formalmente aprobado. Este estándar ha sido adoptado en la especificación de IMS Learning Resource Metadata, se basa proyectos tales como ARIADNE⁸, IMS y Dublin Core, que se dedican a la descripción de recursos educativos (IEEE, 2016).

LOM permite como objetivo central la creación de descripciones estructuradas de recursos educativos. Todas estas descripciones se reúnen en 9 categorías y en 47 elementos los cuales están distribuidos de la siguiente manera (IEEE, 2016):

1. General: Esta categoría agrupa la información general que describe este objeto educativo en su conjunto.

⁸ Proyecto ARIADNE: Reúne e integra infraestructuras de datos de investigación arqueológica. Para mayor información véase <http://www.ariadne-infrastructure.eu>



- Identificador
 - Título
 - Entrada de catálogo
 - Lengua
 - Descripción
 - Descriptor
 - Cobertura
 - Estructura
 - Nivel de agregación
2. Ciclo de vida (*life cycle*): Esta categoría describe la historia y estado actual de este objeto educativo, así como aquellas entidades que han afectado su evolución.
 - Versión
 - Estatus
 - Otros colaboradores
 3. Meta-metainformación (Meta-metadata): Esta categoría describe como puede ser identificada esta instancia de metadatos, quién la creó, como, cuando y con qué referencias.
 - Identificador
 - Entrada de catálogo
 - Otros colaboradores
 - Esquema de metadatos
 - Lengua
 4. Técnica (*Technical*): Esta categoría describe los requisitos y características técnicas del objeto educativo.
 - Formato
 - Tamaño
 - Ubicación
 - Requisitos
 - Comentarios sobre la instalación
 - Otros requisitos para plataformas
 - Duración
 5. Uso educativo (*Educational*): Esta categoría describe las características educativas o pedagógicas fundamentales del objeto educativo.
 - Tipo de interactividad
 - Tipo de recurso de aprendizaje
 - Nivel de interactividad
 - Densidad semántica
 - Usuario principal
 - Contexto [Nivel educativo]
 - Edad, Dificultad
 - Tiempo previsto de aprendizaje
 - Descripción
 - Lengua
 6. Derechos (*Rights*): Esta categoría describe los derechos de propiedad intelectual y las condiciones de uso aplicables al objeto educativo.
 - Coste
 - Copyright y otras restricciones
 - Descripción



7. Relación (*Relation*): Esta categoría describe las relaciones existentes, si las hubiese, entre el objeto educativo y otros.
 - Tipo [naturaleza de la relación con el recurso principal]
 - Recurso [recurso principal al que se refiere esta relación]
8. Observaciones (*Annotation*): Esta categoría proporciona comentarios sobre la utilización pedagógica del objeto educativo, e información sobre quién creó el comentario y cuando fue creado.
 - Persona
 - Fecha, Descripción
9. Clasificación (*Classification*): Esta categoría describe dónde se sitúa el objeto educativo dentro de un sistema de clasificación concreto.
 - Finalidad
 - Nivel táxon (taxonómico)
 - Descripción
 - Descriptor

Debido a que LOM es extenso, se han definido equivalencias para poder utilizar, por ejemplo, Dublin Core que solo contempla 15 elementos en sus metadatos.

2.4.2.- LOM-ES

LOM es una recopilación extendida para describir los metadatos de un OA. No obstante, la orientación de LOM es general y para su aplicación debe utilizarse solamente los parámetros que se direccionen según su propósito. LOM-ES ha sido propuesto por la entidad de normalización AENOR con la colaboración de Red.es, en donde se ha adecuado la especificación LOM a la realidad y problemática del sistema educativo español no universitario. Con esta premisa se extiende a LOM con nuevos elementos y vocabularios, lo que ha hecho necesario la implementación de nuevos esquemas xml para su utilización (Gobierno de España, 2010).

La estructura y organización de los metadatos se basa en el estándar propuesto por la IEEE-LTSC, es decir en LOM versión 1, a partir de la cual se tiene las siguientes subsecciones (Ministerio de Educación, 2010):

1. LOM-ES_clasificacion: Esta información se refiere a las fuentes, normas de etiquetado, archivos técnicos y archivo de taxonomía.
2. LOM-ES_identificadores: Información sobre la identificación del recurso en administraciones públicas.
3. LOM-ES_reload: Información sobre catalogación y empaquetado (instalación y desinstalación).
4. LOM-ES_xsd: Contiene información sobre herramienta o entornos de etiquetado y documentación.

2.4.3.- Metadata Learning Resource – MLR

Metadata Learning Resource pertenece a la comunidad de la ISO denominada ISO/IEC 19788 (ISO 19788, 2015), actualmente ha sido publicado la parte 1 del estándar. Uno de los objetivos de MLR es armonizar tanto LOM y los metadatos Dublin Core, ya que trata de permitir que tanto los aspectos Objeto de Aprendizaje



de LOM y el modelo de entidad-relación de la Web Semántica en conjunto con el modelo abstracto de Dublin Core (DCMI, 2016).

MLR está compuesto por las siguientes partes (DCMI, 2016):

1. Marco de referencia (Framework): Proporciona los principios, reglas y estructuras para la especificación de la descripción de un recurso de aprendizaje.
2. Elementos de Dublin core
3. Perfil básico de aplicaciones
4. Elementos técnicos
5. Elementos educativos
6. Enlaces
7. Elementos de datos para los registros de MLR
8. Elementos de datos para personas
9. Migración de LOM a MLR

2.4.4.- Instructional Management Systems – IMS

IMS surgió de las necesidades de describir el contexto en el que se desarrolla las especificaciones de tecnología e-learning del grupo IMS. Este marco es un mecanismo para definir el conjunto de interfaces para el cual IMS puede o no producir un conjunto de especificaciones de interoperabilidad. El Marco de IMS abstracto se llama así porque:

- Es una representación abstracta del conjunto de servicios que se utiliza para construir un sistema de aprendizaje electrónico en su sentido más amplio;
- Se centra en el apoyo de los sistemas de aprendizaje electrónicos distribuidos;
- Es un marco que cubre la posible gama de arquitecturas de aprendizaje en línea que podría ser construida a partir del conjunto de servicios definidos.

El sistema de administración instruccional (IMS) fue considerado a partir de los recursos definidos por las etiquetas de metadatos utilizadas en las bibliotecas nacionales e internacionales. Por su parte las bibliotecas IMS son recursos reutilizables, es así que los objetos de aprendizaje bajo este estándar permiten su reutilización por muchos educadores e instituciones (IMS Global Learning Consortium Inc., 2003).

IMS en su estructura contempla las siguientes secciones: La información general de IMS incluye un título, el lenguaje y la descripción; los datos de ciclo de vida se centran en la versión y colaboradores; la información técnica cubre formato y la ubicación; los derechos incluyen costo y derechos de autor; la clasificación cubre propósito y palabras clave; las etiquetas educativas incluyen el tipo, nivel de interactividad, tipo de recursos para el aprendizaje, densidad semántica, función de usuario final previsto, contexto de aprendizaje, rango de edad típica, dificultad y el tiempo típico de aprendizaje (IMS Global Learning Consortium Inc., 2003).

2.4.5.- The Gateway to Educational Materials - (GEM)

GEM fue introducido en septiembre de 1996, después que la Biblioteca Nacional de Educación (NLE, por sus siglas en inglés) identificó cuales son los planes de lecciones y las guías para maestros. Este trabajo sirvió, para encontrar maneras de aplicar las habilidades que se llevaban a cabo tanto en la biblioteca, así como también dentro de las ciencias de la información, ayudando a los educadores a encontrar planes de lecciones y guías para los maestros en Internet. GEM es patrocinado por el Departamento de Biblioteca Nacional de Educación de EE.UU. y es un proyecto especial de la Cámara de compensación de Información y Tecnología de la Universidad de Syracuse (GEM, 2013).

GEM fue desarrollado para proporcionar a los educadores un acceso rápido y fácil a las colecciones importantes, que no se encuentren catalogadas, materiales educativos que se encuentran en varios estados, universidades, sitios de Internet sin fines de lucro y comerciales. GEM es fácil de usar, los maestros pueden buscar o navegar en él y encontrar materiales educativos de alta calidad de los sitios miembros del consorcio GEM. Se pueden encontrar 18 tipos de recursos, incluyendo planes de lecciones, actividades y proyectos (Federal Resources for Educational Excellence, 2000).

Los metadatos de GEM describen, administran y organizan los recursos de educación de Internet, al mismo tiempo que proporciona una búsqueda eficiente y detallada por temas o palabras clave. A continuación se detalla los elementos que incluye GEM (DCMI, 2016):

- Audiencia/Audience
- Duration/Duración
- Recursos Esenciales/Essential Resources
- Nivel de grado/Grade Level
- Pedagogía/Pedagogy
- Indicadores de calidad/Quality Indicators
- Estándares académicos/Academic Standards
- Agencia de categorización/Cataloging Agency

2.5.- Conclusiones

Analizando y considerando la literatura, los OA deben tener las siguientes características, las cuales servirán para la construcción del modelo de calidad:

Tabla 4 Características de metadatos enfocados al ámbito educativo

Metadatos enfocados al ámbito educativo	Características					
	Descripción estructurada	Modelo entidad relación	Modelo abstracto	Maneja interfaces	Servicios definidos	Administración instruccional
Learning Object Metadata – LOM	X					
LOM-ES	X					
Metadata Learning Resource – MLR		X	X			



Instructional Management Systems – IMS				X	X	X
The Gateway to Educational Materials – GEM	X				X	

Fuente: Propia



3. Modelos de Calidad de OA y Contextos Educativos

3.1.- Introducción

Este capítulo presenta un estado del arte de los modelos de calidad, los cuales son herramientas utilizadas durante procesos de evaluación de calidad. Estos modelos generalmente son propuestos de acuerdo a características específicas del dominio al que se quiere evaluar.

Se han propuesto diversos métodos para construir modelos de calidad del software, entre ellos destaca el método IQMC (Individual Quality Model Construction) (Franch & Carvalho, 2003), que propone 7 pasos diseñados para refinar las propiedades de calidad a partir de un catálogo de inicial preestablecido. Inicialmente IQMC fue propuesto para refinar el catálogo propuesto en el estándar ISO/IEC 9621-1, el cual fue posteriormente remplazado por un nuevo conjunto de características y sub-características incluidas en el estándar ISO 25010. Esta actualización no afecta al método, que por su naturaleza genérica puede ser utilizado para refinar cualquier catálogo de partida.

Se ha realizado una revisión de la literatura sobre los modelos de calidad desarrollados hasta la actualidad y en ella se encuentra que las soluciones o estudios están dirigidos directamente a productos de software.

Adicionalmente se han identificado diversos modelos de calidad y herramientas desarrolladas para evaluar Objetos de Aprendizaje (ver sección 3.5 y sus subsecciones). Entre ellas se incluyen LORI (Nesbit, Belfer, & Vargo, 2002), MBM (Menéndez, Castellanos, Vidal, & Segura, 2012), APROA (APROA, 2004), COdA (Romero, Cesteros, & de Armas Ranero, 2012), CUSEOA (Williams, 2000), HEODAR (Morales, García, Moreira, Rego, & Berlanga, 2005). También existen algunos modelos que han permitido evaluar los OA en el contexto educativo, considerando diferentes grupos de características y metadatos.

3.2.- Concepto de modelo de calidad

De acuerdo a la RAE, un modelo es “un arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo”. Por su parte calidad es “la propiedad inherente de las cosas”, que permite realizar una comparación entre su misma especie. (Española, 2016). Tomando estos dos conceptos un modelo de calidad es “un arquetipo que presenta las propiedades inherentes tema una cosa y puede reproducirse”.

Por su parte Carvalho (Carvalho, Franch, Quer, Burgués, & Grau, 2003) define al modelo de calidad como la manera de estructurar las diferentes descripciones. Un modelo de calidad proporciona una jerarquía de factores de calidad y a su vez permite establecer métricas para evaluarlas. Los modelos de calidad son utilizados en diferentes contextos.

Estos conceptos son los que se manejarán durante el desarrollo de esta tesis para definir el modelo de calidad.



3.3.- Método IQMC

El método IQMC (Individual Quality Model Construction) permite la construcción de modelos de calidad mediante una guía con una secuencia de pasos y técnicas que ayudan a identificar factores de calidad y métricas para evaluación (Franch & Carvallo, 2003).

La secuencia de pasos para elaborar el modelo es la siguiente:

1. Estudio del ámbito del software
2. Determinación de características de calidad
3. Determinación de subcaracterísticas de calidad
4. Determinación de atributos derivados
5. Determinación de atributos básicos
6. Establecimiento de relaciones entre factores de calidad
7. Determinación de métricas para los atributos

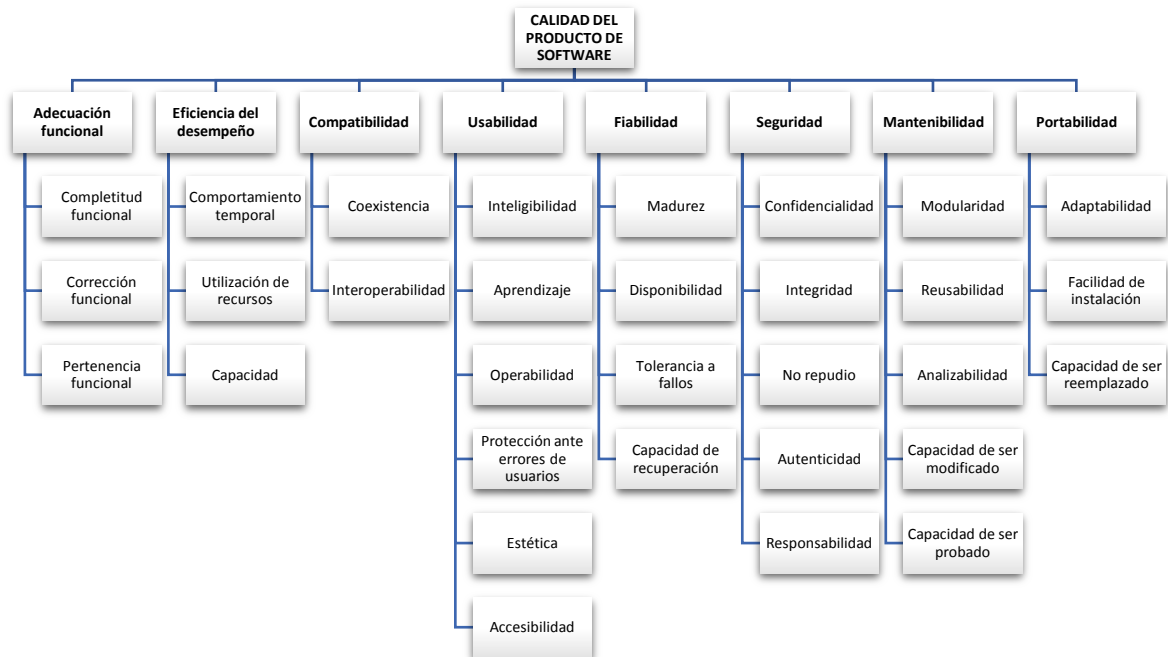
El Método IQMC puede ser utilizado para la construcción de un modelo de calidad para la evaluación de un OA, ya que permite de manera iterativa e incremental la identificación y estructuración de todos elementos requeridos en este tipo de artefacto.

3.4.- Norma ISO/IEC 25010

La norma ISO/IEC 25010 titulada como Modelo de calidad para sistemas y software, describe la estructura general, así como el catálogo de elementos jerárquicos de alto nivel (características y sub-características) que establecen la base para la descomposición de propiedades de calidad en un modelo de calidad de software, incluidas aquellas requeridas para evaluar la calidad en uso. Su antecesora fue la norma ISO/IEC 9126, la cual fue concebida como una propuesta para la evaluación los modelos de calidad de la época. La selección de los diferentes criterios de construcción que se especificaron en dicha norma, mantuvieron la identificación de factores, atributos y dimensiones de datos que se encuentran en los requisitos, tras la actualización en el año 2005 (Villanta & Carvallo, 2015, págs. 107-117).

A continuación en la ilustración 1, se detalla las 8 características de calidad que se presentan en la norma ISO/IEC 25010 tomado de la web de dicha norma (ISO 25000, 2015).

Ilustración 1 Características de calidad de un producto según la norma ISO/IEC 25010



Fuente: Tomado del sitio web ISO 25010 (ISO 25000, 2015)

A partir de la ilustración 8, se presenta la definición de cada una de las características y subcaracterísticas de la ISO/IEC 25010 tomadas de la web oficial (ISO 25000, 2015).

3.4.1.- Adecuación Funcional

Esta característica representa la capacidad que tiene el producto de software para proporcionar funciones que satisfacen las necesidades declaradas e implícitas, bajo condiciones especificadas. A su vez esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- *Compleitud funcional*: Es el grado en el cual el conjunto de funcionalidades cubre todas las tareas y los objetivos del usuario especificados.
- *Corrección funcional*: Capacidad que tiene el producto o sistema para proveer resultados correctos con el nivel de precisión requerido.
- *Pertinencia funcional*: Capacidad que tiene el producto software para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos especificados.

3.4.2.- Eficiencia de desempeño

Esta característica representa el desempeño en cuanto se refiere a la cantidad de recursos utilizados bajo condiciones determinadas. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- *Comportamiento temporal*: Los tiempos de respuesta y procesamiento, ratios de *throughput*⁹ de un sistema cuando lleva a cabo sus funciones bajo determinadas condiciones en concordancia con un banco de pruebas establecido.

⁹ Throughput: Volumen de información que fluye a través de un sistema o en las redes de datos.



- *Utilización de recursos*: Cantidades y tipos de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo la función para la que fue realizada bajo determinadas condiciones.
- *Capacidad*: Grado en que los límites máximos de un parámetro de un producto o sistema software cumplen con los requisitos.

3.4.3.- Compatibilidad

Capacidad que tiene el producto de software entre dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y/o llevar a cabo las funciones requeridas compartiendo el mismo entorno hardware o software. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- *Coexistencia*: Es la capacidad que tiene el producto para coexistir con otro software independiente, en un entorno común, compartiendo recursos comunes sin detrimento.
- *Interoperabilidad*: Es la capacidad para intercambiar información y utilizar la información intercambiada entre dos o más sistemas o componentes.

3.4.4.- Usabilidad

Hace referencia a la capacidad que tiene el producto de software para ser entendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario, de la misma manera se lo hace bajo determinadas condiciones. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- *Capacidad para reconocer su adecuación*: Si el producto es adecuado para las necesidades del usuario.
- *Capacidad de aprendizaje*: Capacidad que tiene el producto para permitir al usuario aprender su aplicación.
- *Capacidad para ser usado*: Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
- *Protección contra errores de usuario*: El producto desarrollado debe proteger a los usuarios de hacer errores.
- *Estética de la interfaz de usuario*: Si es agradable y satisface al usuario en cuanto a la interacción con el usuario.
- *Accesibilidad*: El producto debe permitir la utilización por usuarios con determinadas características y discapacidades.

3.4.5.- Fiabilidad

Desempeño de las funciones determinadas del producto bajo condiciones y periodo de tiempo determinados. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes subcaracterísticas:

- *Madurez*: Satisfacción de las necesidades de fiabilidad en condiciones normales.
- *Disponibilidad*: Operatividad y accesibilidad del producto para su uso cuando se requiere.
- *Tolerancia a fallos*: Capacidad del sistema o componente para mantenerse operativo cuando exista presencia de fallos hardware o software.
- *Capacidad de recuperación*: Capacidad del producto para recuperar los datos que pudieron ser afectados y reestablecer el estado deseado del sistema en caso de interrupción o fallo.



3.4.6.- Seguridad

Protección de la información y datos, para que personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- *Confidencialidad*: Protección contra el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente.
- *Integridad*: Prevención de accesos o modificaciones no autorizados a datos o programas del producto.
- *No repudio*: Capacidad de demostrar las acciones o eventos que han tenido lugar, de manera que dichas acciones o eventos no puedan ser repudiados posteriormente.
- *Responsabilidad*: Capacidad de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad.
- *Autenticidad*: Demostración de la identidad de un sujeto o un recurso.

3.4.7.- Mantenibilidad

Capacidad con que el producto se mantendrá y podrá ser modificado de manera efectiva y eficiente cuando existan cambios evolutivos, correctivos o perfectivos. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- *Modularidad*: Capacidad del producto para que siga funcionando luego de modificado uno de sus componentes, obteniendo un impacto mínimo en las demás funciones.
- *Reusabilidad*: Capacidad para ser utilizado en más de un sistema software o en la construcción de otros activos.
- *Analizabilidad*: Facilidad con la que se puede evaluar el impacto de un determinado cambio sobre el resto del software, diagnosticar las deficiencias o causas de fallos en el software, o identificar las partes a modificar.
- *Capacidad para ser modificado*: Modificaciones del producto de manera efectiva y eficiente sin introducir defectos o degradar el desempeño.
- *Capacidad para ser probado*: Realización de diferentes pruebas bajo los criterios establecidos.

3.4.8.- Portabilidad

Capacidad del producto o componente de ser transferido de forma efectiva y eficiente de un entorno hardware, software, operacional o de utilización a otro. Esta característica se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

- *Adaptabilidad*: Forma efectiva y eficiente de adaptación ante diferentes entornos determinados de hardware, software, operacionales o de uso.
- *Capacidad para ser instalado*: Facilidad con la que el producto se puede instalar y/o desinstalar de forma exitosa en un determinado entorno.
- *Capacidad para ser reemplazado*: Capacidad del producto para ser utilizado en lugar de otro producto con el mismo propósito y en el mismo entorno.

Utilizando el método IQMC se refinará este catálogo de partida, para obtener un nuevo modelo de calidad para la evaluación de Objetos de Aprendizaje. Para completar las propiedades de calidad que descomponen a cada subcaracterística, así como sus



métricas, se consideraran las incluidas en diferentes trabajos relacionados con la calidad de los Objetos de Aprendizaje identificados en la literatura, los mismos que se tratan en la siguiente sección.

3.5.- Trabajos relacionados con la calidad de los OA

La evaluación de los OA es un aspecto fundamental que comprende desde el diseño, hasta la comprensión de cada uno de sus valores utilitarios, tanto en los procesos de instrucción como de ayuda al aprendizaje. Existen diversos factores que se deben considerarse para determinar la calidad de un OA, todos estos criterios se validarán mediante una evaluación del OA.

Realizando una aproximación a la definición de calidad de OA, se puede indicar que, un OA poseerá calidad según el grado en que el conjunto de todas sus características cumple con los estándares acordados. De esta manera logra satisfacer las necesidades que demandan los usuarios y los propósitos por los cuales fue desarrollado, bajo competencias previamente definidas. Diferentes autores han definido los siguientes modelos, entre ellos Vidal, Segura y Prieto, Jayanthi y Menéndez, entre otros como se presenta:

Para Vidal, Segura y Prieto la evaluación de la calidad de los OA, es un elemento importante que incide en el diseño, el uso y la agregación de valor a los procesos de instrucción y de ayuda al aprendizaje (Vidal, Segura, & Prieto, 2008).

Jayanthi y Menéndez mencionan que existen diversos factores a considerar en la evaluación de la calidad de los OA. La valoración de la calidad debería abarcar desde el producto mismo y su proceso de elaboración hasta el de aplicación y uso (Jayanthi, Srivatsa, & Ramesh, 2008, págs. 667-672) (Menéndez, Castellanos, Vidal, & Segura, 2012).

Según estas definiciones se debe tomar en consideración todos los atributos y características que tiene un OA, así como sus metadatos. El conjunto de metadatos que se han definido en los diferentes estándares permiten realizar la evaluación de OA, en contenido, estructura y diseño de los mismos. Cabe resaltar que dentro de la evaluación de calidad también se debe considerar la usabilidad y gestión.

Si bien en la actualidad existe una variedad de estándares y herramientas que permiten evaluar el gran conjunto de características de los OA, cada uno de estos estándares contempla diferentes ámbitos y aspectos de evaluación, así como procedimientos que gestionan la calidad (Kay & Knaack, 2007) (Menéndez, Castellanos, Vidal, & Segura, 2012).

Martha Lucia Palacios y Mario Dustano Contreras (Palacios & Contreras, 2010) plantean la importancia de evaluar los OA, ya que son recursos utilizados durante el aprendizaje de los estudiantes. Además, esa evaluación evita que se pierda la calidad en el proceso de aprendizaje, así como, en los resultados obtenidos por los estudiantes que utilizan los OA. Por lo tanto, una manera de realizar la evaluación de la calidad de los OA es mediante guías, que son instrumentos de evaluación que comprenden un conjunto de pasos secuenciales requeridos para finalmente obtener las evaluaciones de calidad de los OA.



CINTERFOR (OIT/CINTERFOR, 2013, pág. 46) menciona que existe algunas dimensiones a considerarse en calidad de un objeto de aprendizaje:

- Proceso: impacto que tiene un OA dentro del proceso de Enseñanza y Aprendizaje para obtener un nivel óptimo en cuanto a las competencias. Es decir, se debe considerar el impacto en la experiencia de uso, y la efectividad respecto en el aprendizaje. Así mismo la evaluación debe ser objetiva.
- Producto: Si dentro de sus elementos se contempla la parte pedagógica y los contenidos propios del área para el que fue desarrollado.
- Usabilidad: Son los elementos que tiene el OA y que determinan el contexto en donde será utilizado, dentro de estos se tiene: reusabilidad, generatividad, flexibilidad, granularidad, escalabilidad, accesibilidad, estructura, actualidad, interoperatividad (acceso, arquitectura, metadatos, interactividad), entre otros.

Existen diferentes estándares o modelos de calidad que han aparecido para evaluar un OA, las siguientes secciones describen algunos de ellos.

3.5.1.- Learning Object Review Instrument – LORI

El Instrumento de revisión de objetos de aprendizaje LORI (Learning Object Review Instrument) fue desarrollado por Vargo, Nesbit, Belfer, y Archambault en el 2003, posteriormente fue mejorado por Nesbit y Li en 2004. LORI en su versión 1.5 utiliza nueve elementos con breves rúbricas descriptivas asociadas a cada elemento que evalúa. Para evaluar un OA, LORI utiliza una escala del 1 al 5, siendo 1 el más bajo puntaje y 5 el más alto. En caso de que algún tema no puede ser evaluado con LORI se coloca “No aplica”. (Nesbit, Belfer, & Leacock, 2003). A continuación, se describe los parámetros que se evalúan:

- 1) Calidad del contenido: Si el contenido de un OA es libre de error y presentado sin sesgos ni favoritismos. Es decir, todas las afirmaciones se apoyan en argumentos lógicos, y destacan las ideas más importantes.
- 2) Objetivos de alineación del OA: El OA presenta los objetivos alineados con las actividades de aprendizaje, contenidos y evaluaciones proporcionados. Así mismo el/los objetivo/s debe/n ser muy claro/s.
- 3) Evaluación y Adaptación: El OA debe proporcionar retroalimentación, impulsando las diferentes aptitudes del alumno o estudiante.
- 4) La motivación: El contenido del OA debe reflejar los intereses previstos de los alumnos, así como también los objetivos iniciales del creador.
- 5) Diseño de presentación: El estilo de diseño que se utilice en el OA debe permitir a los usuarios aprender de manera eficiente. Esto es minimizar la búsqueda visual, los textos y gráficos deben ser claros, concisos y libre de errores. Todos los componentes de la pantalla no deben interferir con los objetivos de aprendizaje. implícita
- 6) Usabilidad/Interacción: La interfaz de usuario debe ser diseñada de forma que los alumnos puedan interactuar con el OA. Por su parte la navegación por el OA debe ser simple y el comportamiento de la interfaz de usuario debe ser consistente y predecible.
- 7) Accesibilidad: El diseño de los controles y los formatos de presentación en el OA deben ser considerados también para personas que tengan discapacidades



sensoriales y motoras. El OA permitirá el acceso a través de diferentes medios electrónicos, incluidos los recursos auxiliares y altamente portátiles.

- 8) Reutilización: El OA debe ser un recurso autónomo que pueda transferirse fácilmente a diferentes cursos, diseños de aprendizaje y contextos.
- 9) Cumplimiento de normas: Un OA debe ajustarse a las normas y especificaciones internacionales pertinentes. Así mismo los metadatos que proporcione serán suficientes en los estándares marcados y puesto a disposición de los usuarios.

LORI se puede utilizar ya sea para exámenes individuales o en grupos. Cuando es utilizado por un grupo de revisión, se recomienda el modelo de participación convergente para la evaluación colaborativa (Nesbit, Belfer, & Vargo, 2002). Los resultados deben presentarse como un conjunto de calificaciones promediadas, uno por artículo, y se pueden resumir como un único medio que cubriera todos los elementos utilizados en la evaluación. Todos los comentarios registrados por los revisores deben ser reportados.

3.5.2.- Modelo basado en los metadatos (MBM)

Menéndez (Menéndez, Castellanos, Vidal, & Segura, 2012) plantea que puede evaluarse la calidad de un OA mediante los metadatos que este contenga, es así que se plantea el modelo basado en metadatos definido en el estándar IEEE-LOM (IEEE Learning Technology Standards Committee, 2002). Como se vio en el capítulo 2 existen diferentes estándares de metadatos, uno de ellos es LOM y es así que en este modelo se contempla la conformidad tanto sintáctica como semántica del recurso. Así también se indica que este modelo puede ser complementario a otros modelos de calidad existentes.

Ochoa y Duval establecen un conjunto de medidas que pueden utilizarse para determinar la relevancia y la calidad de los metadatos de un OA. Las medidas están consideradas y centradas para la completitud de los metadatos, a la que se incorporan otros factores como por ejemplo la percepción de los usuarios (Ochoa & Duva, Quality metrics for learning object metadata, 2006, págs. 1004–1011) (Ochoa & Duval, 2008, págs. 34-48). Ellos consideran que el estándar IEEE-LOM es muy importante, ya que permite garantizar la calidad de los metadatos. (IEEE-LTSC, 2002) Así mismo al estar normalizados los metadatos ayudan para que tanto las búsquedas como las recuperaciones de OA puedan ser efectivas.

Cabe indicar que el estándar IEEE-LOM no determina la obligatoriedad de los metadatos de un OA, es decir solamente brinda recomendaciones y parámetros para el correcto etiquetado, pero no obliga a que los OA contengan todos los metadatos especificados en LOM. Así mismo el estándar no determina las condiciones en las que deberían cumplirse al momento de etiquetar un recurso. A partir de las recomendaciones de LOM, Menéndez, Castellanos, Vidal y Segura generan el Proyecto AGORA (Ayuda a la Gestión de Objetos Reutilizables de Aprendizaje) que realiza la validación de los metadatos del OA (Menéndez, Castellanos, Vidal, & Segura, 2012). Una breve explicación de la forma de calificación o llenado de los metadatos se describe a continuación:

- *No se aplica la regla/NA*: No se tiene todos los metadatos necesarios para evaluar un OA.
- *No cumple la regla/NC*: Los valores de los metadatos presentan errores.



- *Cumple con la regla/C*: Son correctos los valores de los metadatos.

Adicionalmente se debe considerar el grado de conformidad de los OA con la escala del 1-10, según las siguientes reglas de validación (Menéndez, Castellanos, Vidal, & Segura, 2012):

- Modo básico basado en IEEE-LOM: Si alguno de los metadatos no existe, la regla no se aplica.
- Modo estricto basado en IEEE-LOM: Si alguno de los metadatos no existe, el OA no cumple la regla.
- Modo básico basado en LOM-ES: Los metadatos recomendados son opcionales.
- Modo estricto basado en LOM-ES: Los metadatos recomendados obligatorios
- Reglas propias que se han extraído por minería de datos: Si el metadato no existe, simplemente no se aplica la regla.

En el nuevo modelo de calidad para Objetos de Aprendizaje se considerará de manera primordial la evaluación de existencia de los metadatos, ya que son elementos importantes que debe poseer un OA.

3.5.3.- APROA

APROA (Aprendiendo con Objetos de Aprendizaje) (APROA, 2004) es un sistema que mediante Internet que proporciona un OA dotado de herramientas para su construcción y administración. APROA brinda una serie de herramientas en base a un método que incluye:

- Recolección del material
- Digitalización del material
- Llenado de un formulario
- Edición
- Clasificación
- Mejoramiento del material

El OA debe tener las siguientes características para garantizar su eficiencia según APROA:

- **Autocontenido**: Por sí mismo debe cumplir el objetivo propuesto, donde se desarrollen las competencias del OA.
- **Interoperable**: Contar con un lenguaje de programación XML y un estándar internacional de interoperabilidad (SCORM)
- **Reutilizable**: Ser utilizado por diversos educadores.
- **Durable y actualizable**: Pertenecer o formar parte de un repositorio, así se evitará la obsolescencia.
- **Fácil acceso y manejo**: Para docentes y estudiantes.
- **Secuenciable**: Que pueda ser compatible con otros OA bajo un mismo contexto.
- **Breve y sintetizado**: Durar entre 10 y 20 minutos, sin saturación de recursos.
- **Incorporación de la fuente de los recursos**: Siempre referenciar las fuentes del contenido.

Así como existen algunos modelos de calidad, también se han construido diferentes herramientas de evaluación, las mismas que se han desarrollado bien sea por necesidad



o en otros casos para complementar la evaluación de los OA. Por este motivo es necesario considerar los parámetros de evaluación propuestos por APROA para el nuevo modelo de calidad.

3.5.4.- Herramienta COdA

COdA es una herramienta para la evaluación y mejora de material didáctico digital, esta ha sido evaluada en relación a la usabilidad y está siendo evaluada en relación a la fiabilidad (Romero, Cesteros, & de Armas Ranero, 2012). Como menciona Romero los parámetros de COdA son:

1. Objetivos y coherencia didáctica
2. Calidad de los Contenidos
3. Capacidad de generar reflexión, crítica e innovación
4. Interactividad y adaptabilidad del MDD
5. Motivación
6. Formato y Diseño
7. Usabilidad
8. Accesibilidad
9. Reusabilidad
10. Interoperabilidad

COdA se enfoca básicamente en el docente (quien es el creador del OA), el usuario del OA y quien evalúa el OA. Mediante las características que maneja sobre didáctica y tecnología permite que el evaluador determine la calidad del OA. COdA realiza una fusión entre diferentes criterios utilizados para un OA, contemplando W3C (Consortio World Wide Web Consortium) e IMS (Instructional Materials Specifications) en cuanto a accesibilidad a contenidos web y multimedia (Chisholm, 1999), no obstante, está basado en LORI. De esta manera mediante un formulario se califica con una escala del 1 al 5 los cumplimientos y sobre todo como se alinea con las necesidades y requerimientos del usuario.

Se considerará para el nuevo modelo de calidad los parámetros de COdA de manera rígida sin dar a consideración subjetiva o ambigua.

3.5.5.- CUSEOA

El Cuestionario de satisfacción de estudiantes de un OA (CUSEOA) (Williams, 2000) es un instrumento donde los estudiantes son parte fundamental para la evaluación, aquí se evalúa cada oportunidad de aprendizaje y presenta la siguiente estructura:

- Reacción global al OA: Se evalúa en base a sentimientos generados por la utilización del OA, mediante una serie de adjetivos bipolares con escalas de calificaciones.
- Dimensión pedagógica: Se evalúa aspectos como objetivos, contenido, actividades, y retroalimentaciones por parte del estudiante.
- Dimensión técnica (Usabilidad Web): Se evalúa la funcionalidad y usabilidad del OA. De esta manera se define 5 atributos básicos de usabilidad:
 - Facilidad de aprendizaje: rapidez con la que un usuario aprende a utilizar OA.



- Eficiencia: El usuario logra alcanzar un alto nivel de productividad al saber utilizar un OA.
- Retención en el tiempo: El usuario recuerda fácilmente cómo se utiliza el OA luego de un tiempo.
- Tasas de error de los usuarios: Cantidad y gravedad de errores que comete el usuario. Cuando existe un fallo, el OA debe informar al usuario y ayudarlo a solucionar.
- Satisfacción subjetiva: Cuando los usuarios se sienten cómodos y satisfechos utilizando el OA.

A continuación, se presentan las categorías y criterios heurísticos que se han propuesto para CUSEOA:

Tabla 5 Categorías y Criterios Heurísticos

	CATEGORÍA	CRITERIOS HEURÍSTICOS	SUB-HEUTÍSTICAS
USABILIDAD PEDAGÓGICA	SIGNIFICATIVIDAD PSICOLÓGICA	Motivación	Recomendaría este recurso a otra persona.
		Conocimientos previos	El nivel de dificultad de los contenidos fue elevado para mis conocimientos previos.
		Innovación y autonomía	El sistema informa sobre mi progreso.
	SIGNIFICATIVIDAD LÓGICA	Objetivos	Los objetivos indican lo que se espera que sea aprendido
		Contenidos	El material teórico me ayudó a comprender los conceptos.
		Actividades	Las actividades han sido claras y significativas para mi aprendizaje
USABILIDAD DE SITIOS WEB	DISEÑO DE INTERFAZ	Lenguaje de los usuarios	Las imágenes empleadas me ayudaron a aclarar los contenidos. Los videos y las animaciones me ayudaron a aclarar los contenidos.
		Diseño estético y minimalista	En general, los colores y el diseño de todo el recurso son adecuados.
	ESTRUCTURA Y NAVIGACIÓN	Visibilidad del estado del sistema	Me encontré perdido cuando recorría el recurso, no sabía dónde me encontraba sistema
		Reconocimiento más que memoria	El texto es conciso y preciso. Los títulos son inadecuados, no se sabe cuál es la acción que se debe realizar.
		Navegación visible	La información está mal organizada.

Fuente: Los autores (Williams, 2000)

Si bien CUSEOA se encuentra dividida en 2 categorías, el nuevo modelo de calidad para OA considerará las características que ayuden a que el modelo contemple estos criterios en su evaluación.

3.5.6.- Herramienta para la evaluación de objetos didácticos de aprendizaje reutilizables - HEODAR

Fue diseñada por Morales, Gómez y García Peñalvo (Morales, García, Moreira, Rego, & Berlanga, 2005), tomando en cuenta criterios específicos, desde un punto de vida pedagógico y técnico, lo cual es el resultado de la revisión de diversas propuestas de evaluación de recursos educativos. El instrumento está compuesto por 4 categorías, cada una de ellas contiene subheurísticas o criterios específicos. Cada categoría corresponde a criterios de usabilidad de sitios web. De esta manera se evalúa con una escala numérica que va desde 1 como muy deficiente (calidad mala del OA) a 5 como

muy alta (la calidad del OA es muy buena), también se incluye la opción NS (No sabe) para el caso que el experto no conozca el criterio.

En cuanto a los indicadores de calidad, se utiliza la valoración individual de cada categoría y la valoración global que se calcula a partir de un promedio ponderado, donde cada peso es la proporción de criterios heurísticos asociados a cada categoría.

Tabla 6 Características de HEODAR

CATEGORÍA	# SUBHEURISTICAS	PESO
Psicopedagógica	10	15%
Didáctico-curricular	20	31%
Diseño de interfaz	21	32%
Diseño de navegación	14	22%
Total	65	100%

Fuente: Tomado de López (Morales, García, Moreira, Rego, & Berlanga, 2005)

Morales, García, Barrón, Berlanga y López (Morales, García, Moreira, Rego, & Berlanga, 2005) proponen evaluar un OA en vistas de las siguientes categorías: Didáctico-curricular, Técnica-estética, Funcional. De acuerdo al tipo de OA y el contexto donde se aplicará es recomendable proponer una serie de indicadores para su evaluación. En la evaluación de los objetos idealmente deben participar diversos expertos relacionados con los OA: diseñadores instruccionales, diseñadores gráficos, profesores, etc. de manera de obtener opiniones expertas sobre cada una de las categorías. Para aumentar la confiabilidad se sugiere una evaluación colaborativa y que al menos 2 evaluadores sean expertos en la materia.

Para el nuevo modelo de calidad de OA se considera los diferentes parámetros de evaluación que propone HEODAR, de manera que incorpora algunas características dentro de lo pedagógico.

3.5.7.- Valoración de la calidad de unidades de aprendizaje

Morales, Moreira, Rego y Berlanga (Morales, García, Moreira, Rego, & Berlanga, 2005) proponen criterios para la evaluación de un OA, en donde se debe tomar en consideración los objetivos, contenidos, público al que va a dirigirse, características del contexto y estrategias didácticas. Todo esto lo agrupan en 4 criterios:

- Aspectos psicopedagógicos: se refiere a criterios pedagógicos relacionados con el aprendizaje del alumno. Es así que se deriva en dos aspectos:
 - Capacidad de motivación
 - Adecuación a los destinatarios
- Aspectos didáctico-curriculares: Valoran si el OA está relacionado con las necesidades y objetivos para el cual fue creado. Se verifica los siguientes aspectos:
 - Promueve habilidades metacognitivas
 - Participación activa
 - Es reutilizable
- Aspectos técnicos-estéticos: Se califica según criterios técnicos y estéticos, como es la adecuación a estándares, colores, tamaño, resolución, entre otros.



- Aspectos funcionales: Verifica si el OA realiza las actividades como fueron propuestas, es así que se revisa la facilidad de uso, accesibilidad, eficacia, etc.

La valoración de calidad de unidades de aprendizaje incluye a los alumnos que participaron en los sistemas de enseñanza y disfrutaron la experiencia de un OA, y no solamente de una evaluación de la calidad en lo pedagógico, sino también en el área técnico y funcional. Por otro lado, esta valoración vincula a los docentes con la planificación de la enseñanza para obtener calidad en los recursos educativos.

3.5.8.- Establecimiento de criterios de calidad según Paulsson y Naeve

El establecimiento de criterios de calidad es de vital importancia para obtener con mayor claridad lo que se busca de un OA. Es así que Paulsson y Naeve (Paulsson & Naeve, 2007) han determinado que la mayoría de las implementaciones no son de forma neutral desde el punto de vista tecnológico. Por otro lado, no facilitan mayormente la reutilización o reuso. En el análisis comparativo ellos sugieren 6 áreas de acción para establecer criterios de calidad:

- Definición más ajustada: Se basa en propiedades y atributos, separando los aspectos técnicos y pedagógicos.
- Taxonomía de localización: Es necesario definir claramente las propiedades especiales dentro de una evaluación y los niveles de detalle a los que se llegará. Todo desde un punto de vista netamente pedagógico, por lo que en este aspecto no se sabe cómo están.
- Ampliación de los estándares: Los estándares definidos para la normativa del OA deben ser extendidos de manera que no incluyan solo propiedades descriptivas sino también información detallada, como metadatos o secuenciación de la información.
- Buenas prácticas para su aplicación: Se relaciona con la ampliación de estándares estableciendo normas y recomendaciones para la estructura de datos y su formato.
- Modelos arquitectónicos: Presentar una arquitectura ordenada en la que se separa la presentación de la lógica de aplicación para tener independencia entre las partes.
- Separación entre lo pedagógico y la tecnología que soporta al OA: Se debe separar lo pedagógico de lo tecnológico con el fin de reutilizar componentes y tener independencia de trabajo en cada aspecto, para ello se debe manejar capas para agregar propiedades que son únicas dentro de cada contexto.

3.6.- Cruce de características de un OA

La Tabla 7 presenta una relación entre las características de un OA, que han sido recopiladas de la literatura y los diferentes modelos que han sido propuestos para evaluar la calidad de los OA.



Tabla 7 Características de un OA

		Calidad del contenido	Cumplimiento de objetivos	Evaluación y adaptación	Motivación	Diseño de presentación	Accesibilidad	Reutilización	Cumplimiento de normas	Utiliza Metadatos	Habilidades Metacognitivas	Adecuación funcional	Eficiencia	Compatibilidad	Usabilidad	Fiabilidad	Seguridad	Mantentibilidad	Portabilidad
	LORI	X	X	X	X	X	X	X	X						X				
	MBM		X				X	X		X				X			X	X	X
MODELOS DE CALIDAD DE LOS OA	APROA	X	X			X	X	X		X				X		X		X	X
	COdA	X	X		X	X	X	X				X		X	X				X
	CUSEOA	X	X		X	X							X						
	HEODAR	X	X			X						X			X				
	Unidades de aprendizaje			X	X	X		X			X	X			X				
	Paulsson y Naeve	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X						
MODELOS DE CALIDAD DE SW	ISO/IEC 25010					X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Propia

Este análisis permite tener una visión clara de las diferentes características que se considerarán para la construcción del nuevo modelo de calidad para la evaluación de un OA.

3.7.- Conclusiones

Este capítulo presentó las definiciones de modelo de calidad que se utilizará en todo el documento.

Además, se proporcionó un acercamiento al método IQMC y estándar ISO/IEC 25010, mismos que servirán de guía para la elaboración del nuevo modelo de calidad para la evaluación de un Objeto de Aprendizaje.

Posterior también se indicó los diferentes modelos de calidad y herramientas que se han generado, de los cuales se realizó la descripción y se extrajo las características que mantiene cada modelo. De esta manera se pueda englobar rasgos comunes de todos los trabajos presentados, así el nuevo modelo de calidad contendrá todas estas características y permita enriquecer el nuevo modelo.



Capítulo 4 Conceptualización de la Notación i^*

4.1.- Introducción

En el presente capítulo da una introducción con los conceptos básicos de la notación i^* . De esta manera será de fácil comprensión la construcción del modelo de contexto que se realizará en el capítulo 5. Aquí se puede observar cómo se definen los actores, sus diferentes asociaciones, dependencias que existen entre cada uno de los elementos, así como reglas y restricciones. Finalmente se da un repaso a los tipos de modelos i^* .

4.2.- Notación i^*

La notación i^* (iStar - i estrella) fue desarrollada a mediados de los años 90, con la finalidad de comprender el dominio del problema en una fase temprana de modelado. i^* es aplicado para modelar entornos de organizaciones y sistemas. Cada uno de los actores son heterogéneos y con diferentes objetivos, pero dependen unos de otros para alcanzar dichos objetivos (iStar Wiki, 2015).

En este documento se manejará la versión iStar 2.0, para lo cual se dará un acercamiento inicial a dicho modelo, esto es definiendo: actores, tipos, asociaciones, elementos intencionales, dependencias sociales, reglas y restricciones, modelamiento (iStar Wiki, 2015).

Para el entendimiento a profundidad y concepción de la notación i^* en esta tesis, se ha considerado las observaciones planteadas a partir del artículo en el cual presentan diferentes versiones o planteamientos, de los cuales se ha detallado en el capítulo 2 y 3 como parte teórica con la finalidad de no tener controversias tanto en conceptos como en estructura (Claudia P., y otros, 2004, págs. 527-540).

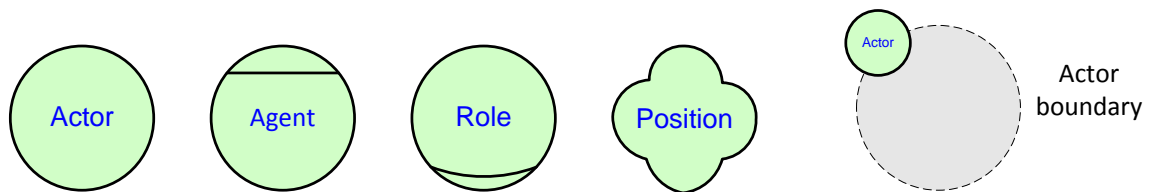
4.2.1.- Actores

Los actores son elementos activos, entidades autónomas dirigidas a alcanzar sus objetivos mediante la base del conocimiento que se disponga, así mismo colaboran con otros actores. Existen 2 tipos de actores:

- Rol: Es la caracterización abstracta del comportamiento de un actor social dentro de la fracción de contexto o dominio especializado de la actividad.
- Agente: un actor con manifestaciones físicas concretas, como un individuo humano, una organización, o un departamento.
 - *Position: Rol que es utilizado por un agente. Una posición cubre un rol.
 - *Actor boundary: Es el campo de acción que tiene un actor.

Para definir gráficamente a los actores se utiliza la siguiente nomenclatura:

Ilustración 2 Actores de la notación i*



4.2.2.- Asociaciones

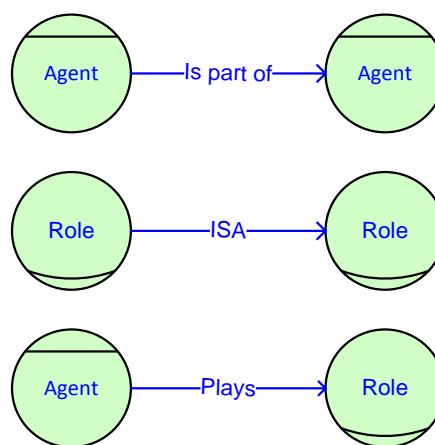
Una asociación se define como la relación que existe entre elementos.

Existen 2 tipos de asociaciones definidas:

- Is part of: Los roles o agentes pueden tener cada uno subpartes, o estar compuestos por más partes,
- Is-a: Representa un concepto. Solo un rol puede especializarse en roles o un actor en otro actor.
- Participates-in: Representa cualquier tipo de asociación entre 2 actores, sin restringir el tipo de actor.

Gráficamente estas asociaciones se representan como:

Ilustración 3 Asociaciones notación i*



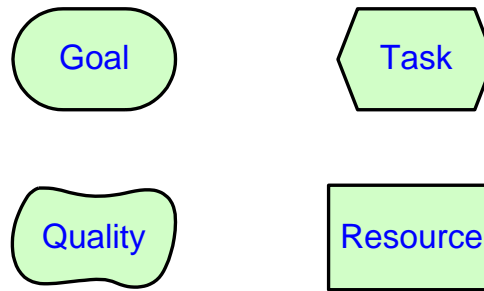
4.2.3.- Elementos intencionales

La notación i* incluye los siguientes elementos intencionales:

- Goal: (Objetivo) Es el estado de las cosas que el actor quiere lograr y tiene claro cómo obtenerlo. Se considera un requisito funcional.
- Quality: (Calidad) Atributo por el cual el actor desea un nivel de logro, dicho nivel se puede definir como con o sin precisión. Se considera un requisito no funcional.
- Task: (Tarea) Es una actividad que un actor ejecuta con el propósito de lograr un objetivo.
- Resource: (Recurso) Entidad física o información que un actor requiere para ejecutar una tarea.

Gráficamente se representa:

Ilustración 4 Elementos intencionales del notación i*



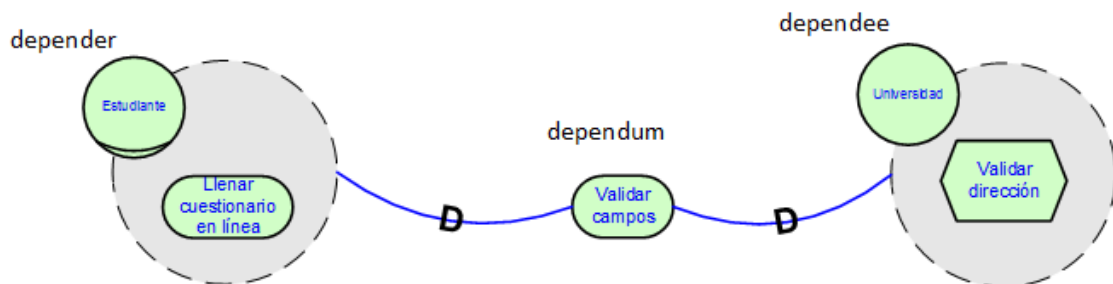
4.2.4.- Dependencias sociales

Las dependencias representan una relación social. Pueden ser de 5 tipos:

- Dependier: Cuando un actor depende de algo para realizar otra acción.
- DependierElmt: Es el elemento intencional dentro de los límites del actor, indica por qué existe la dependencia.
- Dependium: Es un elemento intencional que es el objeto de la dependencia.
- Dependee: Es el actor que debe proporcionar el *dependium*.
- DependeeElemt: Es el elemento intencional que explica cómo el *dependee* tiene la intención de proporcionar a la *dependium*.

En la Ilustración 5, se presentan un ejemplo donde de forma gráfica se indica las dependencias sociales.

Ilustración 5 Ejemplo de dependencias sociales



El tipo de relaciones semánticas del dependium son:

- Goal: El *dependee* espera lograr el objetivo y es libre de elegir como lo realizará.
- Quality: Espera del *dependee* para satisfacer con la calidad, y es libre de elegir la forma;
- Task: Espera del *dependee* para ejecutar la tarea prevista.
- Resource: Espera del *dependee* para hacer que el recurso esté disponible para el dependier.



4.2.5.- Reglas y restricciones

Cuando un *depender* depende del *dependee* por su *dependerElmt*, el *depender* no satisface / realiza / tiene la *dependerElmt* por su propia cuenta. Por lo tanto, el *dependerElmt* no puede contribuir para este fin.

Es posible que uno o más de los *dependerElmt*, *dependum*, y *dependeeElmt* tengan el mismo nombre del elemento. En este caso, cada uno de estos elementos refleja los puntos de vista distintos del *depender*, la relación entre los dos actores, y de la *dependee* respectivamente.

Las relaciones de dependencia no deben compartir el mismo *dependum*, ya que cada *dependum* es un elemento conceptualmente diferente; en algunos casos, se consigue un *dependum* en una dependencia, pero no se consigue en otra dependencia, incluso si los *dependums* lleven el mismo nombre. Es decir, un actor no puede depender de más de un actor para el mismo *dependum*, o dos actores no pueden depender del mismo *dependum* de un actor.

4.2.6.- Enlace entre elementos

Existen 4 tipos de enlaces entre los elementos intencionados, los cuales se presentan a continuación:

- Refinement: Es la relación jerárquica que considera a la relación de un padre con uno o varios hijos dentro de la jerarquía.
- NeededBy: Une una tarea con un recurso de tal manera que indica que el actor necesita del recurso para ejecutar la tarea.
- Contribution: Son las relaciones de un elemento intencional frente a un objetivo blando (quality).
- Qualification: Es la calidad dentro de una tarea, meta, o recurso.

Tabla 8 Enlaces entre elementos intencionales

		Hacia donde apunta			
		Goal	Quality	Task	Resource
Enlaces de inicio	Goal	<i>Refinement</i>	<i>Contribution</i>	<i>Refinement</i>	<i>n/a</i>
	Quality	<i>Qualification</i>	<i>Contribution</i>	<i>Qualification</i>	<i>Qualification</i>
	Task	<i>Refinement</i>	<i>Contribution</i>	<i>Refinement</i>	<i>n/a</i>
	Resource	<i>n/a</i>	<i>Contribution</i>	<i>NeededBy</i>	<i>n/a</i>

Fuente: Tomado de la documentación de iStar (iStar Wiki, 2015).

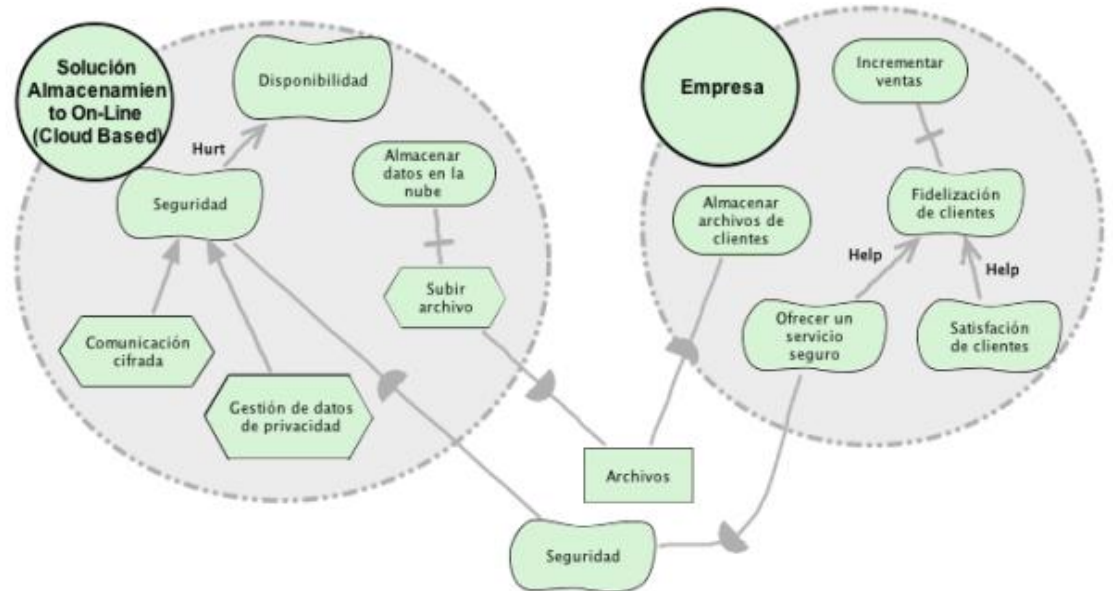
4.2.7.- Tipos de Modelos *i**

Existen 2 tipos de modelos en la notación *i**

- Modelo de Dependencias estratégicas (SD- Strategic Dependency): Representa el nivel intencional, donde constan los actores y grupo de dependencias que están relacionadas entre ellos.
- Modelo de Racional estratégico (SR- Strategic Rationale): Representa el nivel racional visualizando los elementos intencionales en la frontera de un actor, de esta manera se refina los modelos SD.

- La ilustración 6, presenta un ejemplo en el cual se expresa los diferentes elementos y criterios indicados en este capítulo, referente a la notación i^* .

Ilustración 6 Ejemplo del modelamiento utilizando la notación i^*



4.3. Conclusiones

Este capítulo presentó un extracto de la notación i^* . Se ilustró cada uno de los distintos elementos que la componen en conjunto con sus definiciones. Así mismo se ilustró algunos ejemplos para facilitar su comprensión y utilización. Se repasó los tipos de modelos y su construcción.



Capítulo 5. Construcción del modelo de contexto de un Objeto de Aprendizaje utilizando la notación i^* .

5.1.- Introducción

En el presente capítulo se detalla paso a paso la construcción del modelo de contexto para objetos de aprendizaje utilizando la notación i^* . En cada sección de este capítulo se desplegará los diferentes componentes necesarios para evaluar la calidad mediante un modelo tanto los aspectos técnicos como didácticos, para posteriormente integrarlo dentro de un diagrama de modelo integral i^* .

Adicionalmente se identificará los actores necesarios en el contexto de un OA y las dependencias, intencionalidades estratégicas, existentes entre ellos y el objeto de aprendizaje.

Una vez finalizado el modelo de contexto se procederá a realizar el mapeo de las dependencias identificadas a las características y subcaracterísticas incluidas en el estándar ISO/IEC 25010.

5.2.- Desarrollo del modelo i^* en base a los criterios revisados

Considerando la introducción a la notación i^* en el capítulo 4, en esta sección se identificará los diferentes actores y objetivos necesarios para construir el modelo de contexto de un OA, el cual será utilizado como base para guiar la construcción del modelo de calidad del dominio en cuestión (French & Carvalho, 2006, págs. 9-14).

A continuación, se detalla cada uno de los pasos realizados desde la identificación de actores, dependencias sociales, elementos intencionales y el modelo de contexto resultante para un OA.

5.2.1 Actores

Para la identificación de actores y definición de cada uno de ellos, se consideró el siguiente proceso de utilización de un OA:

- Creado o desarrollado,
- Transmitido a un público,
- Manejado a detalle en el ámbito técnico por un experto,
- Utilizado principalmente por estudiantes,
- Verificado y evaluado por expertos del tema al cual está dirigido el OA,
- Soportado por diferentes plataformas, y,
- Alojado en equipos.

De esta manera como resultado tenemos en la Tabla 9, los diferentes actores que han sido identificados bajo el proceso de utilización de un OA. Así mismo, se indica el rol que desempeña cada uno de los actores con respecto a la calidad de un OA.

Tabla 9 Actores del modelo i*

Nombre	Tipo de actor	Definición	Vínculo con calidad
Autor	Persona	Son todas las personas que realizan o desarrollan el OA. Un Docente también puede ser Autor.	Creador del OA bajo lineamientos que cumplan con las normas de calidad.
Docente	Persona	Es el experto del tema que va a tratar el OA, quien genera el conocimiento para transmitirse en el OA. Un Docente también puede ser Autor.	Generador de contenido del OA que debe cumplir con las normas de calidad respectivas en su contenido.
Especialista en plataformas educativas	Persona	Persona experta o especialista en plataformas educativas, es quien se encarga de los detalles de construcción en el ámbito técnico.	Creador del OA en los ámbitos tecnológicos.
Estudiantes	Persona	Público para el que está enfocado el OA.	Consumidor del recurso, debe tener un OA que cumpla con las normas.
Evaluador	Persona	Es el experto que verificará el cumplimiento de los parámetros necesarios para que el OA tenga lo requerido para una buena ejecución. Cabe indicar que el evaluador también puede ser un Docente.	Verificador los parámetros de calidad que han sido extraídos.
Herramienta	Software	Son cada una de las herramientas, programas, sistemas, plataformas que permiten generar, modificar, publicar un OA.	Diferentes plataformas en las que se encuentre un OA
Equipo	Hardware	Es cada uno de los equipos que permite se pueda montar en él, algún tipo de software para utilizar el OA.	Hardware que soporta las plataformas en las que esté el OA

Fuente: Propia

5.2.2. Dependencias sociales

Posterior a la identificación de los actores, se determinó cada una de las dependencias sociales según los actores que intervienen, tal como se presenta en la Tabla 10. Los actores se encuentran enlazados por un objetivo, dichos objetivos han sido considerados a partir del proceso de utilización de un OA indicado en la sección 5.2.1.

Tabla 10 Dependencias sociales

Actor 1	Dependencias Sociales	Actor 2	Tipo	Dirección
Estudiante	Utiliza el OA	Autor	Objetivo	<-
Autor	Elaborar el OA	Docente	Objetivo	<-
Especialista en plataformas educativas	Crea el OA con parámetros tecnológicos	Autor	Objetivo	<-
Estudiante	Revisar contenido del OA	Docente	Objetivo	<-
Evaluador	Evalúa el OA	Docente	Objetivo	<-
Estudiante	Comprender el OA	Docente	Objetivo	<-
Docente	Publicar el OA	Autor	Objetivo	<-



Actor 1	Dependencias Sociales	Actor 2	Tipo	Dirección
Autor	Publica en la web el OA	Herramienta	Objetivo	<-
Herramienta	Contiene el OA	Estudiante	Objetivo	<-
Equipo	Ejecuta el OA	Herramienta	Objetivo	<-

Fuente: Propia

5.2.3. Elementos intencionales

Se ha realizado una identificación de los elementos intencionales según las necesidades que cada uno de los actores antes propuestos. De esta manera se ha determinado también si es objetivo (si esta característica es un requerimiento funcional), quality (si esta característica es un requerimiento no funcional) o recursos en base al proceso de utilización de un OA. A continuación, se presenta de forma tabular cada uno de los actores identificados y su manera de vinculación con los tipos de objetivos que estos deben conseguir:

Estudiante

Las necesidades que tiene un Estudiante con respecto al OA han sido obtenidas de la observación con respecto a un OA que han sido publicados, mismos que se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11 Relación entre el Actor Estudiante y OA

Actor	Criterio	Tipo de objetivo	Actor 2
Estudiante	Accesibilidad	Quality	OA
	Adaptabilidad	Quality	
	Adecuación a los destinatarios proporcionada	Quality	
	Conexión a redes sociales proporcionada	Goal	
	Contenido comprensible	Quality	
	Elementos de guía proporcionados	Goal	
	Herramientas de ayuda suministradas	Goal	
	Instrucciones claras	Quality	
	Interacción con el docente facilitada	Goal	
	Interesante	Quality	
	Multimedia inteligible	Quality	
	Traducciones realizadas	Goal	
	Métodos abreviados utilizados	Goal	

Fuente: Propia

Autor

El Autor con respecto al OA debe tener prioridades en la construcción o generación del OA, las mismas que se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12 Relación entre el actor Autor y el OA

Actor	Criterio	Tipo de objetivo	Actor 2
Autor	Recursos de audiovisuales gestionados	Goal	OA
	Ayudas y menús contextuales proporcionados	Goal	
	Backups requeridos	Goal	
	Errores gestionados	Goal	
	Interfaces de presentación gestionadas	Goal	
	Trabajo colaborativo gestionado	Goal	

Fuente: Propia

Especialista en plataformas educativas

El Especialista en plataformas educativas es quien verificará aspectos tecnológicos en el ámbito educativo, para esto se dedicará a cumplir el objetivo indicado en la Tabla 13.

Tabla 13 Relación entre el actor Especialista en plataformas educativas y el OA

Actor	Criterio	Tipo de objetivo	Actor 2
Especialista en plataformas educativas	Interoperabilidad	Quality	OA

Fuente: Propia

Evaluador

Por su parte el Evaluador con relación al OA debe tener las consideraciones indicadas en la Tabla 14 como prioridad.

Tabla 14 Relación entre el actor Evaluador y el OA

Actor	Criterio	Tipo de objetivo	Actor 2
Evaluador	OA aprobado	Goal	OA
	Evaluaciones gestionadas	Goal	
	Estándar SCORM	Resource	
	Tiempo en el mercado proporcionado	Goal	
	Apego a estándares	Quality	

Fuente: Propia

Docente

El Docente será quien mantenga la gestión de contenido en sí, mediante esta premisa se ha considerado los criterios indicados en la Tabla 15 para cumplirse.

Tabla 15 Relación entre el actor Docente y el OA

Actor	Criterio	Tipo de objetivo	Actor 2
Docente	Actividades de reflexión, crítica e innovación brindadas	Goal	OA
	Aspectos didácticos	Quality	
	Aspectos pedagógicos	Quality	
	Contenido gestionado	Goal	
	Contenidos evaluados	Goal	
	Lenguaje correcto	Quality	
	Lenguaje sencillo	Quality	
	Participación activa	Quality	
Recursos y alianzas gestionados	Goal		

Fuente: Propia

Herramienta

Las diferentes herramientas que permitan la publicación del OA deberán cumplir con los criterios indicados en la Tabla 16.

Tabla 16 Relación entre el actor Herramienta y el OA

Actor	Criterio	Tipo de objetivo	Actor 2
Herramienta	Accesos gestionados	Goal	OA
	Ambientes gestionados	Goal	
	Cuestionarios online proporcionados	Goal	
	Duración OA requerido	Goal	
	Encriptación gestionada	Goal	
	Errores de usuario gestionados	Goal	
	Historial gestionado	Goal	
	Imprecisiones solicitadas	Goal	
	Navegadores requeridos	Goal	
	Sentencias ejecutadas	Goal	
	Sistema Operativo utilizado	Goal	
Usuarios gestionados	Goal		

Fuente: Propia

Equipo

Se han considerado las características principales que un equipo debe tener para que pueda ejecutar sin inconvenientes el OA, mismos que se detallan en la Tabla 17.

Tabla 17 Relación entre el actor Equipo y el OA

Actor	Criterio	Tipo de Objetivo	Actor 2
Equipo	Espacio en disco requerido	Goal	OA
	Rendimiento requerido	Goal	
	Tiempo de carga requerido	Goal	
	Tiempo de ejecución realizado	Goal	
	Tiempo de login requerido	Goal	
	Uso CPU requerido	Goal	
	Uso de red requerido	Goal	
	Uso dispositivos E/S requerido	Goal	
	Uso GPU requerido	Goal	
	Uso RAM requerido	Goal	

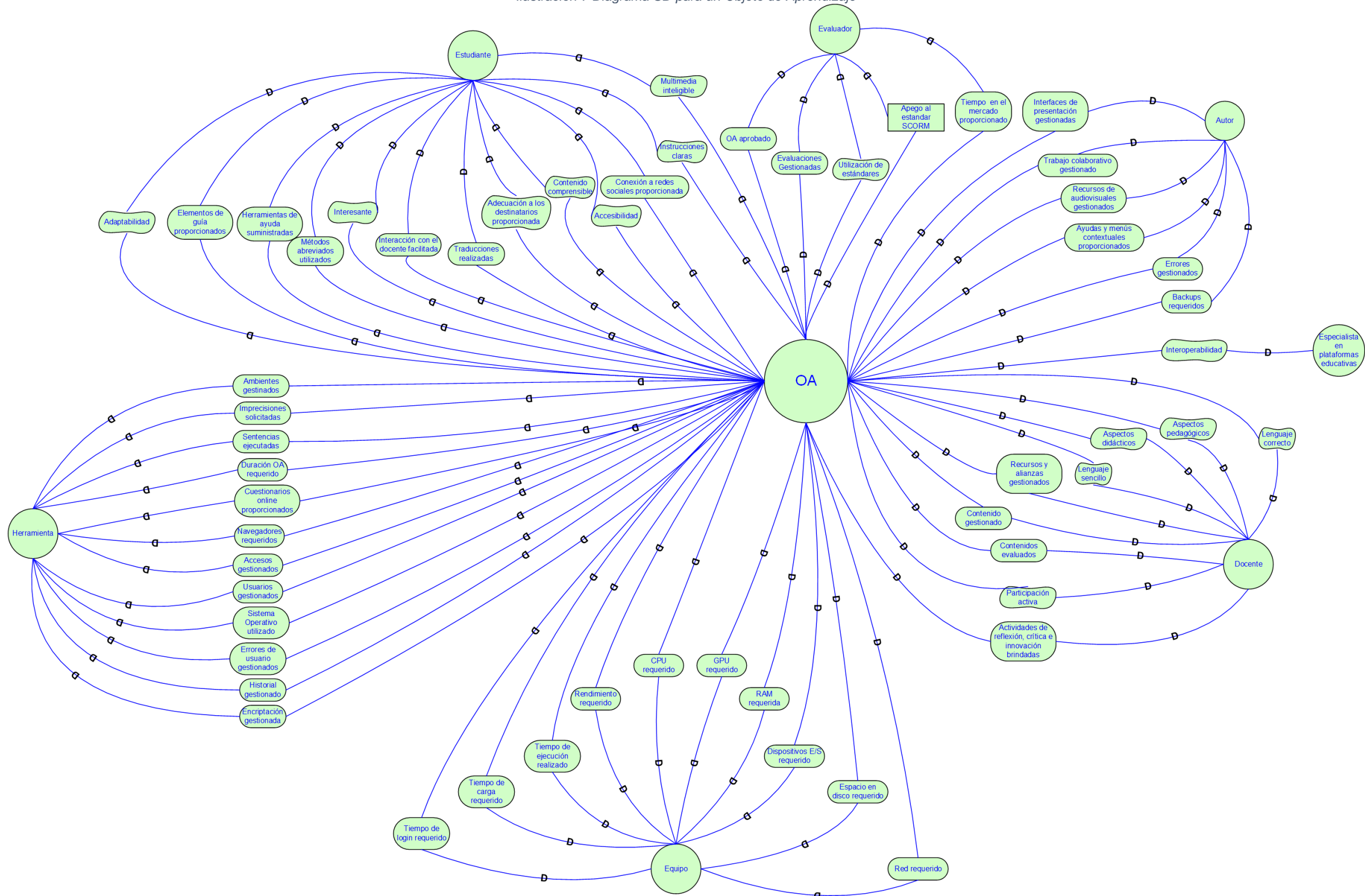
Fuente: Propia

5.2.4. Modelo de contexto resultante

El modelo de contexto resultante representará a los distintos actores implicados en los objetivos, necesidades, tareas y relaciones entre ellos, todo esto ya ha sido determinado en las secciones 5.2.1, 5.2.2 y 5.2.3. De esta manera el modelo caracterizará el comportamiento de los diferentes elementos identificados, que giran en torno del OA.

A continuación, se presenta el diagrama de las dependencias sociales (diagrama SD) (ver Ilustración 7), donde cada una de las dependencias describe como un elemento intencional depende de otro para ser cumplido. Como se puede observar en el modelo de contexto cada uno de los actores tiene asociado un objetivo, calidad, tarea o recurso a cumplirse, por lo que se da una visión general de los diferentes parámetros que deben ser considerados para la construcción del modelo de calidad de un OA.

Ilustración 7 Diagrama SD para un Objeto de Aprendizaje



Fuente: Propia

5.3.- Mapeo de la ISO 25010 y características de un OA

En esta sección se plasma la conectividad entre los elementos intencionales incluidos en el modelo de contexto resultante de la actividad y las características incluidas en la norma ISO 25010.

Como primer paso se tomaron como base las 8 características de la ISO/IEC 25010 con sus respectivas subcaracterísticas. Seguido a esto se tomó a cada uno de los actores y se evaluó sus elementos contenidos en el modelo *i**, de esta manera se catalogó cada elemento según su relación con dichas subcaracterísticas.

Una vez distribuidos se verificó que los criterios mantengan una agrupación bajo una categoría que abarque los elementos a evaluarse, es decir, si existieron elementos que pudiesen agruparse en un título que los comprenda, se colocó un nivel más por debajo de la subcategoría existente.

Los elementos intencionales incluidos en el modelo de contexto han sido plasmados en los atributos de primer nivel en el modelo de calidad para la evaluación de OA. La tabla 18 presenta un resumen de este mapeo.

Tabla 18 Trazabilidad en ISO 25010 y Modelo *i**

Características	Atributo Nivel 1	Dependencias en el modelo de contexto
1	Adecuación funcional	
1	Completitud funcional	
1	Completitud de la implementación	
1	Cumplimiento	
1	Porcentaje de objetivos implementados en el OA	Recursos y alianzas gestionadas
2	Porcentaje de tareas implementadas en el OA	Recursos y alianzas gestionadas
2	Comunicación y colaboración	
1	Materiales de apoyo	Herramientas de ayuda suministradas
2	Actividades colaborativas	Trabajo colaborativo gestionado
3	Administración del contenido del aprendizaje	
1	Contenido personalizado sin ayuda	Ayudas y menús contextuales proporcionados
2	Contenido en línea	Contenido gestionado
3	Gestión de Imágenes, figuras y dibujos	Recursos de audiovisuales gestionados
4	Gestión de animaciones	Recursos de audiovisuales gestionados
5	Gestión de audios	Recursos de audiovisuales gestionados
6	Gestión de videos	Recursos de audiovisuales gestionados
7	Elementos de guía proporcionados	Elementos de guía proporcionados
8	Gestión de textos	Recursos de audiovisuales gestionados
9	Contenido gestionado	Contenido gestionado
10	Adecuación a los destinatarios	Adecuación a los destinatarios proporcionada
11	Incluye enlaces a otros sitios	Recursos y alianzas gestionadas
12	Enlaces cortos para acceder al contenido	Contenido gestionado
13	Utiliza juegos	Actividades de reflexión, crítica e innovación
14	Permite preguntas por parte del estudiante	Interacción con el docente facilitada
15	Gestión de la interfaz	Interfaces de presentación gestionadas
16	Gestión de evaluaciones	Evaluaciones gestionadas



Características		Atributo Nivel 1		Dependencias en el modelo de contexto	
		17	Gestión de páginas web		
	4	Conexión Social Media			
		1	Entorno Social Media	Conexión a redes sociales proporcionada	
		2	Álbumes de fotos y/o video	Recursos de audiovisuales gestionados	
		3	Encuestas	Evaluaciones gestionadas	
		4	Administrador de eventos/calendario	Contenido gestionado	
		5	Intercambio de archivos	Interacción con el docente facilitada	
		6	Wikis	Recursos y alianzas gestionadas	
		2	Número de funciones especificadas		
	2	Corrección funcional			
	1	Validación de datos			
		1	Registro de calificaciones	Evaluaciones gestionadas	
	3	Pertinencia funcional			
	1	Pertinencia de la implementación			
		1	Número de pasos	Sentencias ejecutadas	
2	Eficiencia de desempeño				
	1	Comportamiento temporal			
	1	Tiempo de respuesta			
		1	Tiempo de duración del OA	Duración OA requerido	
	2	Tiempo de espera			
		1	Tiempo de carga de un OA	Tiempo de carga requerido	
		2	Tiempo en el cual se ejecuta un OA	Tiempo de ejecución realizado	
	3	Comportamiento del tiempo			
		1	Rendimiento	Rendimiento requerido	
	4	Complejidad computacional			
		1	Aplicación de cuestionarios en línea	Cuestionarios online proporcionados	
	2	Utilización de recursos			
	1	Recursos de hardware y software			
		1	Utilización de los dispositivos de E/S	Dispositivos E/S requerido	
		2	Utilización de Red	Red requerido	
		3	Utilización de navegadores	Navegadores requeridos	
	2	Recursos y alianzas gestionados			
		1	El OA es solo para prebásica	Adecuación a los destinatarios proporcionada	
		2	El OA es solo para Escuela	Adecuación a los destinatarios proporcionada	
		3	El OA es solo para Colegio	Adecuación a los destinatarios proporcionada	
		4	El OA es solo para Universidad	Adecuación a los destinatarios proporcionada	
		5	El OA es solo para Maestrías	Adecuación a los destinatarios proporcionada	
		6	El OA es solo para PhD	Adecuación a los destinatarios proporcionada	
	3	Capacidad			
		1	Gestión de accesos	Accesos gestionados	
	4	Usuarios			
		1	Gestión de usuarios	Usuarios gestionados	
3	Compatibilidad				



Características	Atributo Nivel 1	Dependencias en el modelo de contexto
1	Coexistencia	
	1 Sistema operativo	Sistema Operativo utilizado
	1 Windows	
	2 Linux	
	3 Mac OS	
	2 Unix	
	2 Interoperabilidad	
	1 Interoperabilidad directa	
	1 Interoperabilidad de contenido	
	1 Contenido no compatible con estándares SCORM	Apego al estándar SCORM
	2 Estándares internacionales	
	3 Exportación mediante estándares internacionales	
	4 Con contenido de terceros	Contenido gestionado
	2 Relacionamiento del OA	Recursos y alianzas gestionadas
4	Usabilidad	
	1 Capacidad de aprendizaje	
	1 Entrenamiento	
	1 El OA brinda entrenamiento para su uso	Herramientas de ayuda suministradas
	2 Una tercera parte brinda entrenamiento para utilizar el OA	Herramientas de ayuda suministrada
	3 Tutoriales/Manuales	Herramientas de ayuda suministrada
	2 Documentación	
	1 Documentación que provee	
	1 Documentación y manuales de usuario	Herramientas de ayuda suministrada
	2 Archivos de ayuda	Herramientas de ayuda suministrada
	3 Ayuda en línea	Herramientas de ayuda suministrada
	2 Documentación externa	
	1 Ayuda a usuarios	Herramientas de ayuda suministrada
	2 Ayuda en línea	Herramientas de ayuda suministrada
	3 Documentación publicada	Herramientas de ayuda suministrada
	4 Videos tutoriales	Herramientas de ayuda suministrada
	2 Capacidad para ser usado	
	1 Ayuda	
	1 Ayuda contextual (ToolTipText)	Ayudas y menús contextuales proporcionados
	2 Otros	
	1 Configuración de Hardware	Uso dispositivos E/S requerido
	2 Configuración del OA	Adecuación a los destinatarios proporcionada
	3 Licenciamiento	
	3 Protección contra errores de usuario	
	1 Errores de usuario gestionados	Errores de usuario gestionados
	4 Estética de la interfaz de usuario	
	1 Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario	Interfaces de presentación gestionadas
	5 Accesibilidad	
	1 Ampliación de la pantalla	Interfaces de presentación gestionadas
	2 Teclado virtual	Elementos de guía proporcionados
	3 Notificaciones con sonido	Elementos de guía proporcionados
	4 Entorno accesible	Ambientes gestionados
	5 Modo de acceso	Accesos gestionados
5	Fiabilidad	



Características	Atributo Nivel 1	Dependencias en el modelo de contexto
1	Madurez	
	1 Historial del OA	
	1 Tiempo del OA en el mercado	Tiempo en el mercado proporcionado
	2 Versiones y actualizaciones del OA	Historial gestionado
	3 Detección y corrección de fallas	Errores gestionados
	2 Robustez	
	1 Robustez de contenido	
	1 Resultados publicados de los test de evaluación de OA	Contenidos evaluados
	2 Robustez operativa	
	1 Enlaces Rotos	Errores gestionados
	2 Textos alternativos	Errores gestionados
	2 Disponibilidad	
	1 Acceso al OA	
	1 Tiempo de carga del OA	Tiempo de carga requerido
	2 Tiempo en identificación de usuario	Tiempo de login requerido
	2 Acceso de funcionalidades	
	1 Tiempo de acceso a las funcionalidades del OA	Tiempo de ejecución realizado
	2 Tiempo en identificación de los recursos del OA	Tiempo de ejecución realizado
	3 Tolerancia a fallos	
	1 Transparencia	
	1 Mensajes de error del OA presentados en pantalla	Errores gestionados
	4 Capacidad de recuperación	
	1 Recuperación del sistema	
	1 Facilidades de BACK UP y Recovery de recursos del OA	Backups requeridos
	2 Facilidad de recuperación del historial de cambios del OA	Backups requeridos
	2 Recuperabilidad de datos	
	1 Datos del OA	
	1 Copias de seguridad y respaldo de los recursos del OA	Backups requeridos
6	Seguridad	
	1 Confidencialidad	
	1 Capacidad de Control de Acceso	
	1 Número de tipos de ingresos al contenido del OA	Accesos gestionados
	2 Encriptación de datos	
	1 Número de datos encriptados correctamente	Encriptación gestionada
	2 Integridad	
	1 Seguridad de la aplicación	
	1 Proveída por la aplicación	
	1 Login y contraseña para acceso a OA	Accesos gestionados
	2 Proveída por terceras partes	
	1 Aprobación de OA	Aprobación proporcionada
	3 No repudio	
	1 Por medio de protocolos	
	1 Protocolos web	Uso de red requerido
	4 Autenticidad	
	1 Seguridad de los Datos	
	1 Datos almacenados	
	1 Datos de usuario/calificaciones	Evaluaciones gestionadas
	2 Acceso a la lista de usuarios	
7	Mantenibilidad	



Características		Atributo Nivel 1	Dependencias en el modelo de contexto
1	Modularidad		
	1	Capacidad de Condensación	Historial gestionado
2	Reusabilidad		
	1 Ejecución de reusabilidad		
	1	OA reutilizable completamente	Recursos y alianzas gestionadas
	2	Reusabilidad del entorno	Recursos y alianzas gestionadas
3	Analizabilidad		
	1 Datos analizables		
	1	Mantiene control de versionamiento	Historial gestionado
4	Capacidad para ser modificado		
	1	Puede modificarse el OA	Contenido gestionado
5	Capacidad para ser probado		
	1	Contenido probado	Aprobación proporcionada
	2	Contenido disponible en línea	Contenido gestionado
8	Portabilidad		
	1 Adaptabilidad		
	1	Sistema Operativo	Sistema operativo utilizado
	2	OA para ambiente web	Navegadores requeridos
	3	Idiomas	Traducciones realizadas
	2 Capacidad para ser ejecutado		
	1 Facilidad de construcción y ejecución		
	1	Herramientas administrativas y asistentes	Elementos de guía proporcionados
	2 Soporte de ejecución		
	1	Documentación y manuales de usuario	Herramientas de ayuda suministradas
	2	Archivos de ayuda	Herramientas de ayuda suministradas
	3	Ayuda en línea	Herramientas de ayuda suministradas
	4	Documentación publicada	Herramientas de ayuda suministradas
	5	Métodos abreviados	Métodos abreviados utilizados
	6	Flechas o mapas de orientación	Elementos de guía proporcionados
	7	Índice	Elementos de guía proporcionados
	8	Mapa del sitio	Elementos de guía proporcionados
	3 Compatibilidad de las plataformas		
	1	Sistemas Operativos que soporta	Sistema operativo utilizado
	3 Capacidad para ser reemplazado		
1	Herramientas de migrado de OA	Backups requeridos	

Fuente: Propia

Adicionalmente para alimentar al modelo de calidad, se consideraron los diferentes criterios y elementos recolectados de la literatura en los capítulos 2 y 3. De esta manera dentro de las subcaracterísticas establecidas y presentadas en la Tabla 18, se ubicaron dichos parámetros.

5.4.- Matriz resumen con las características consideradas en el estado del arte y la ISO 25010

Una vez que se estableció el modelo de calidad base, ver Tabla 18, se completó el mismo con los diferentes criterios y atributos obtenidos en el estado del arte del Capítulo 2. Los Objetos de Aprendizaje (OA) y 3. Modelos de Calidad de OA y Contextos Educativos. En la Tabla 19 se presentan todos los criterios extraídos del estado del arte, en esta tabla se indica el modelo del cual fue considerado el criterio, el nombre que lleva en el modelo original y finalmente el nombre con el que se considerará en el modelo de calidad.

Tabla 19 Criterios extraídos del estado del arte

Modelo Origen	Nombre original	Atributo/Criterio
LORI COdA	Accesibilidad Accesibilidad	Accesibilidad
LORI COdA	Evaluación y adaptación Interactividad y adaptabilidad del MDD	Adaptabilidad
Habilidades metacognitivas	Adecuación a los destinatarios	Adecuación a los destinatarios
Paulsson y Naeve	Ampliación de los estándares	Ampliación de los estándares
Morales-Moreira Rego Berlanga		Aspectos funcionales
Paulsson y Naeve	Buenas prácticas para su aplicación	Buenas prácticas para su aplicación
LORI COdA CUSEOA Paulsson y Naeve	Calidad del contenido Calidad de los contenidos Calidad del contenido Definición ajustada	Calidad del contenido
COdA	Capacidad de generar reflexión, crítica e innovación	Capacidad de generar reflexión, crítica e innovación
COdA CUSEOA	Motivación Motivación	Capacidad de motivación
COdA Morales-Moreira Rego Berlanga	Objetivos y coherencia didáctica Didácticos curriculares	Coherencia didáctica
LORI	Cumplimiento de normas	Cumplimiento de normas
LORI COdA CUSEOA HEODAR Morales-Moreira Rego Berlanga	Diseño de presentación Formato y diseño Diseño de presentación Diseño de interfaz Técnicos estéticos	Diseño de la interfaz
Característica de OA	Generatividad	Generatividad
IQMC	Gestión de las personas	Gestión de las personas
IQMC	Gestión de los procesos	Gestión de los procesos
IQMC	Gestión de los recursos y alianzas	Gestión de los recursos y alianzas
Característica de OA	Granularidad	Granularidad

Modelo Origen	Nombre original	Atributo/Criterio
Morales-Moreira Rego Berlanga	Habilidades metacognitivas	Habilidades metacognitivas
LORI COdA CUSEOA	Usabilidad/interacción Interactividad y adaptabilidad del MDD Lenguaje de los usuarios	Interactividad
COdA	Interoperabilidad	Interoperabilidad
IQMC	Liderazgo	Liderazgo
CUSEOA HEODAR Paulsson y Naeve	Navegación visible Diseño de navegación Modelos arquitectónicos	Modelos arquitectónicos
CUSEOA LORI	Cumplimiento de objetivos Objetivos de alineación del OA	Objetivos de alineación del OA
COdA	Objetivos y coherencia didáctica	Orientación a Objetivos
Morales-Moreira Rego Berlanga	Participación activa	Participación activa
IQMC	Política y estrategia	Política y estrategia
HEODAR Morales-Moreira Rego Berlanga	Psicopedagógica Psicopedagógicos	Psicopedagógica
Característica de OA	Publicación	Publicación
IQMC	Resultados clave	Resultados clave
IQMC	Resultados en clientes	Resultados en clientes
IQMC	Resultados en la sociedad	Resultados en la sociedad
LORI COdA Característica de OA	Reutilización Reusabilidad Reutilización	Reusabilidad
Paulsson y Naeve	Separación entre lo pedagógico y la tecnología que soporta al OA	Separación entre lo pedagógico y la tecnología que soporta al OA
Paulsson y Naeve	Taxonomía de localización	Taxonomía de localización
CINTERFOR LORI COdA	Usabilidad Usabilidad/Interacción Usabilidad	Usabilidad

Fuente: Estado del arte

En base a la selección indicada en la Tabla 19 Criterios extraídos del estado del arte, se ha definido cada uno de ellos, con la finalidad de tener un concepto para todo el modelado, tal como se indica en la Tabla 20.

Tabla 20 Concepto de los criterios seleccionados

Criterio	Contexto educativo
Accesibilidad	Los OAs deben ser accesibles en cualquier plataforma y de forma libre, que se utilice en un aula de clase o de forma personal como actividad complementaria por parte del docente o estudiante.



Criterio	Contexto educativo
Adaptabilidad	Deben adaptarse a cualquier ámbito educativo, sea por su cultura, país, idioma, destrezas, etc.
Adecuación a los destinatarios	Debe permitirse que los OAs puedan tener la versatilidad de ser utilizados por cualquier tipo de personas.
Ampliación de los estándares	Permitir que los OA puedan acoplarse a más de un estándar y generar nuevas bases del conocimiento.
Aprendizaje cooperativo	La educación de manera colaborativa o interactiva con el tutor es de vital importancia para poder llegar a una calidad educativa
Aspectos funcionales	Los conceptos y aspectos educativos deben ser valorados y reflejados en todos los aspectos funcionales que tenga un OA
Buenas prácticas para su aplicación	Las buenas prácticas en el ámbito educativo deben ser consideradas en los OAs, para garantizar una mejor educación.
Calidad del contenido	El contenido que se imparta en las clases, ya sean a nivel presencial o a distancia, deben ser reflejadas en los OAs creados a manera de extracción de la realidad.
Capacidad de generar reflexión, crítica e innovación	Las actividades de soporte generadas para los OA deben ser consideradas para cumplir reflexión, crítica e innovación.
Capacidad de motivación	Los OAs deben ser capaces de generar motivación a los estudiantes.
Coherencia didáctica	Los OAs deben incluir las diferentes técnicas y metodologías óptimas para conseguir la atención del estudiante.
Cumplimiento de normas	Cumplir con estándares es uno de los pilares fundamentales para poder llegar a tener completitud.
Diseño de la interfaz	Los diferentes diseños de interfaces permitirán una mayor concentración e interactividad con los estudiantes, afinando los detalles que generen un mayor acercamiento con el tema que trate el OA.
Efectividad potencial	Los resultados obtenidos de la enseñanza mediante un OA deben llegar a tener una efectividad en los estudiantes para garantizar y recomendar el OA.
Facilidad de uso	Es fundamental para un estudiante que mientras más sencillo sea la forma de utilizarse y entregar el contenido, captará mejor la atención y se realizará de mejor manera las actividades.
Generatividad	Los OA deben permitir ser la base para la creación o reutilización de nuevos OA que cumplan o contengan los temas tratados.
Gestión de las personas	La enseñanza es uno de los procesos que maneja grupos de personas por lo que un OA debe ser capaz de utilizarse por diferentes personas, en diferentes lugares y circunstancias.
Gestión de los procesos	El OA debe cumplir con las diferentes etapas según el proceso de una clase presencial para no perder la armonía de la enseñanza.
Gestión de los recursos y alianzas	Los enfoque que se crean en el OA permitirán que la utilización de este pueda darse en diferentes contextos, instituciones, circunstancias, etc.
Granularidad	El OA se considerará como la parte más pequeña que puede ser utilizado diferentes áreas o temas más grandes. De esta manera los OA podrán incorporarse o anexarse en cursos.
Habilidades metacognitivas	Dentro de la enseñanza uno de los objetivos es desarrollar en el estudiante habilidades metacognitivas, las cuales deben reflejarse en la ejecución y puesta en marcha del OA.
Interactividad	La enseñanza de un tema bajo el modelo tradicional del acompañamiento del docente, debe ser reflejado en un OA donde pueda simularse la presencia del docente en el entorno virtual.
Interoperabilidad	Uno de los pilares tanto tecnológicamente como en el ámbito educativo es el hecho del funcionamiento bajo diferentes



Criterio	Contexto educativo
	premisas, de esta manera tanto docentes como estudiantes no se registrarán a una sola plataforma.
Liderazgo	El estudiante podrá generar un ambiente de liderazgo durante todo el avance que se mantenga en el OA.
Modelos arquitectónicos	El diseño con el que se desarrolle o genere un OA debe permitir tener una estructura organizada según los lineamientos pedagógicos que se manejen en un aula de clase.
Objetivos de alineación del OA	El OA debe estar en completo alineamiento según los objetivos del tema a tratarse en el mismo.
Orientación a Objetivos	Todo tema a enseñarse debe mantenerse orientado a objetivos para la clase, de esta misma manera un OA debe contemplar el cumplimiento de estos objetivos.
Participación activa	En una aula de clases la participación de cada uno de los estudiantes es el resultado de la atención e interés que se haya logrado, de esta misma manera el OA debe tener la capacidad conseguir por parte del estudiante una participación activa.
Política y estrategia	El OA debe estar enmarcado en una estrategia planificada que cumpla con los objetivos educativos.
Psicopedagógica	El OA contendrá y se enfocará en una pedagogía que coadyuve a un mejor aprendizaje por parte del estudiante.
Publicación	La publicación de un OA debe permitir que tanto el docente como el estudiante pueda acceder forma fácil a todos los contenidos que este proporcione.
Resultados clave	El resultado del OA se enfocará a los objetivos para los cuales fue creado.
Resultados en clientes	Los resultados en los estudiantes serán visible con el aprendizaje obtenido con la utilización del OA.
Resultados en la sociedad	Los resultados obtenidos podrán visibilizarse en el aprendizaje de los estudiantes, esto conllevará a que la sociedad considere exitoso al OA utilizado.
Reusabilidad	El contenido del OA debe poder utilizarse en diferentes cursos impartidos, no necesariamente por el mismo docente, así mismo para diferente grupo de personas (estudiantes).
Separación entre lo pedagógico y la tecnología que soporta al OA	Claramente el OA puede ser evaluado desde lo tecnológico y pedagógico, no obstante por este motivo se desligan las dos áreas.
Taxonomía de localización	Los diferentes temas que se traten dentro del ámbito educativo deben ser reflejados con los métodos utilizados en los OA.
Usabilidad	Un OA podrá utilizarse en diferentes entornos, permitiendo la independencia del mismo bajo las circunstancias planteadas o requeridas.

Fuente: Propia

Considerando las definiciones plasmadas y desarrolladas en la Tabla 20, se complementó todas las características y subcaracterísticas de la categorización planteada en el modelo de calidad indicado en la Tabla 18, de esta manera se tiene la matriz de evaluación de la calidad para Objetos de Aprendizaje dentro de los ámbitos tecnológicos y didácticos el cual contiene 265 atributos que permiten calificar en las 8 características de la ISO/IEC 25010 (Ver Anexo 1. Modelo de Calidad para la Evaluación de un OA).

5.5.- Cuantificación y presentación de resultados en la matriz de calidad

Para obtener un resultado cuantitativo de la evaluación se han asignados pesos a cada una de las diferentes categorías de la ISO/IEC 25010, dando como resultado una evaluación total de 492.62 puntos, dichos pesos se encuentran establecidos según la Tabla 21, en donde se definen 3 criterios de importancia los cuales pueden ser modificados según el evaluador.

Tabla 21 Asignación de pesos para la evaluación

Importancia	Nivel
Estrictamente presente (Influye en el funcionamiento del OA)	3
Puede estar presente(no influye en el funcionamiento del OA)	2
No es relevante	1

Fuente: Propia

A cada uno de los atributos en las diferentes características del modelo de calidad, se asigna un nivel, donde finalmente mediante ponderaciones se establece los pesos que cada atributo tiene con relación a los otros.

Todos los criterios de evaluación del OA son determinados por parte del evaluador como TRUE/FALSE (verdadero o falso), los cuales transformados a valores son 1 para el verdadero y 0 para falso, de esta manera según los pesos establecidos en cada categoría se pueden llegar a cuantificar los resultados que se obtienen.

Para el caso en el que la categoría evaluada contenga diferentes atributos, donde dichos atributos se deriven de la misma, la evaluación se la realiza en base a la suma y respectiva ponderación de ellos.

Con la finalidad de una fácil comprensión de los resultados de la evaluación, se realiza la representación de los diferentes atributos que se tiene en cada una de las 8 categorías de la ISO en la Tabla 22, que corresponde al resumen de los 265 atributos a evaluar un OA con sus respectivas sumas de pesos asignados a los atributos por parte del evaluador.

Tabla 22 Valores resumen de los pesos establecidos para el modelo de calidad

No.	Características	Peso	%
1	Adecuación funcional	118,000	23,95
2	Eficiencia de desempeño	140,067	28,43
3	Compatibilidad	21,000	4,26
4	Usabilidad	104,556	21,22
5	Fiabilidad	27,000	5,48
6	Seguridad	21,000	4,26
7	Mantenibilidad	31,000	6,29
8	Portabilidad	30,000	6,09
Total		492,62	100

Fuente: Propia



En el Anexo 2. Asignación de pesos para la evaluación del modelo de calidad, se presenta de manera extendida cada uno de los valores que se tienen dentro del modelo de calidad, así como también los cálculos que determinan los pesos para cada categoría y subcategoría. Cabe indicar que las características de más bajo nivel se han establecido bajo la tabla 21 donde se indica la importancia que el evaluador da a cada uno de ellos.

5.6. Conclusiones

En este capítulo se ha realizado la construcción del modelo de contexto para OA utilizando la notación i^* . Inicialmente en base a los diferentes criterios revisados en el estado del arte y las necesidades que tiene un OA, se identificó los actores que intervienen y definió las actividades que realiza con sus respectivos vínculos que mantienen con respecto a la calidad. Una vez identificado los actores, se determinó cada una de las dependencias sociales entre los actores y como es la relación que se genera. Se procedió a identificar los elementos intencionales bajo las diferentes necesidades que tiene cada uno de los actores, siendo así quality, goal, resource o task. Posterior a esto se generó el modelo de contexto resultante, utilizando un diagrama de dependencias sociales en el que se vincula cada uno de los actores con sus diferentes quality, goal, resource o task, según cada uno de los casos.

Luego de generar el modelo de contexto se realizó el mapeo de la cada una de las características y subcaracterísticas de la ISO 25010 con cada una de características identificadas como necesidad del OA. Posterior al mapeo se construyó la matriz resumen, donde se incluyeron cada una de las características detectadas en el estado del arte que fueron previamente clasificadas por la ISO 25010.

Finalmente se realizó la cuantificación y presentación de los resultados que arroja la matriz de calidad para la evaluación de calidad de un OA. Bajo dicha matriz y en base a los pesos asignados se evaluará un OA en el capítulo 6.

Capítulo 6. Evaluación de un OA y Conclusiones

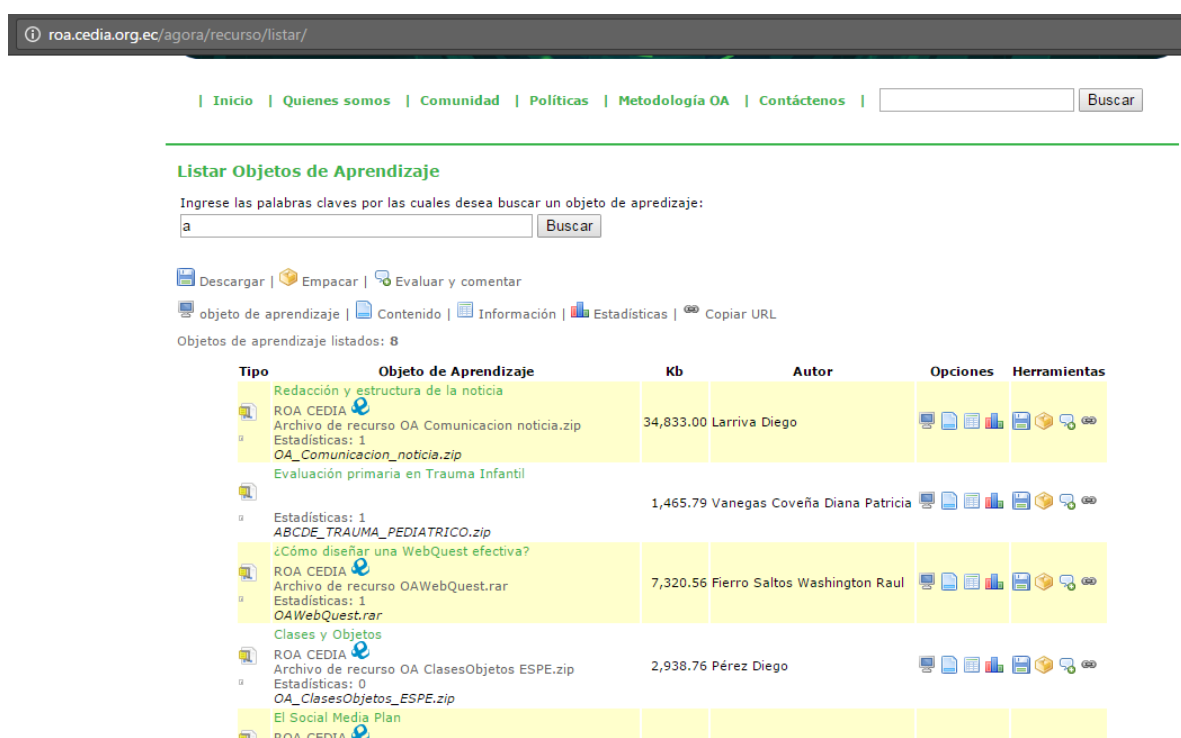
6.1.- Introducción

En esta sección se realizará la evaluación de un OA con la finalidad de verificar que este modelo de calidad contiene los parámetros necesarios para que un OA se pueda definir como válido desde el ámbito tecnológico y pedagógico.

6.2.- Pasos metodológicos para el desarrollo del caso de estudio. Selección de objetos de aprendizaje.

- Primero se tomará un Objeto de aprendizaje al azar, mismo que se descarga de un repositorio de OA <http://roa.cedia.org.ec/>
- Se ha listado los diferentes OA que se encuentran en este repositorio, de los cuales se ha seleccionado el primero que se ha encontrado, tal como muestra la imagen.

Ilustración 8 Repositorio de OA



The screenshot shows the website roa.cedia.org.ec/agora/recurso/listar/. The page title is "Listar Objetos de Aprendizaje". A search bar contains the letter "a". Below the search bar, there are navigation links: "Inicio", "Quienes somos", "Comunidad", "Políticas", "Metodología OA", "Contáctenos", and a "Buscar" button. The main content area shows a list of 8 learning objects. The first object is "Redacción y estructura de la noticia" by Larriva Diego, with a size of 34,833.00 Kb. The second object is "Evaluación primaria en Trauma Infantil" by Vanegas Coveña Diana Patricia, with a size of 1,465.79 Kb. The third object is "¿Cómo diseñar una WebQuest efectiva?" by Fierro Saltos Washington Raul, with a size of 7,320.56 Kb. The fourth object is "Clases y Objetos" by Pérez Diego, with a size of 2,938.76 Kb. The table has columns for "Tipo", "Objeto de Aprendizaje", "Kb", "Autor", "Opciones", and "Herramientas".

Tipo	Objeto de Aprendizaje	Kb	Autor	Opciones	Herramientas
ROA CEDIA	Redacción y estructura de la noticia Archivo de recurso OA Comunicacion noticia.zip Estadísticas: 1 OA_Comunicacion_noticia.zip	34,833.00	Larriva Diego	[Icons]	[Icons]
ROA CEDIA	Evaluación primaria en Trauma Infantil Estadísticas: 1 ABCDE_TRAUMA_PEDIATRICO.zip	1,465.79	Vanegas Coveña Diana Patricia	[Icons]	[Icons]
ROA CEDIA	¿Cómo diseñar una WebQuest efectiva? Archivo de recurso OAWebQuest.rar Estadísticas: 1 OAWebQuest.rar	7,320.56	Fierro Saltos Washington Raul	[Icons]	[Icons]
ROA CEDIA	Clases y Objetos Archivo de recurso OA ClasesObjetos ESPE.zip Estadísticas: 0 OA_ClasesObjetos_ESPE.zip	2,938.76	Pérez Diego	[Icons]	[Icons]
ROA CEDIA	El Social Media Plan				

- Descargamos este OA y lo ejecutamos para evaluar según los parámetros establecidos en el modelo de calidad.

Ilustración 9 Objeto de Aprendizaje evaluado



6.3.- Aplicación del modelo de calidad para un objeto de aprendizaje específico.

A continuación, en la Tabla 23 se presenta la aplicación de la matriz de evaluación con las diferentes secciones y parámetros de evaluación junto con su respectiva calificación a cada aspecto.

Tabla 23 Evaluación del OA

MODELO DE CALIDAD PARA OBJETOS DE APRENDIZAJE				
	Características	Atributo Nivel 1	Atributo Nivel 2	Resultado
1	Adecuación funcional			
1	1 Completitud funcional			
1	1 Contenido gestionado			
1	1 Contenido en línea			FALSE
2	2 Tiene secuencia de pasos detallados			FALSE
3	3 Utiliza ejemplos prácticos			TRUE
4	4 Permite realizar debates			FALSE
5	5 Contenido estructurado/Gestión del proceso			TRUE
6	6 Orientado a los objetivos			TRUE
7	7 Contenido referenciado			FALSE
8	8 Dispone bibliografía para reforzar conocimientos			FALSE
9	9 Presenta datos históricos			FALSE
10	10 Utiliza esquemas			TRUE
11	11 Utiliza simbología estándar			TRUE
12	12 Se evalúa el contenido por parte del estudiante			TRUE
13	13 Mantiene uniformidad en el lenguaje que maneja			FALSE
14	14 Utiliza actividades de observación			TRUE
15	15 Permite actividades de síntesis			FALSE
16	16 Permite actividades de análisis			TRUE
17	17 Presenta actividades de liderazgo			FALSE
18	18 Presenta actividades que promuevan valores			FALSE
19	19 Presenta actividades que promuevan la innovación			FALSE



20	Presenta actividades que promuevan la investigación			TRUE
21	Presenta actividades que promuevan la creatividad			FALSE
22	Compara los conceptos con cosas o elementos de su entorno			FALSE
23	Permite la relación entre los elementos presentados en el tema y los elementos del entorno			FALSE
24	Presenta indicadores de desempeño			FALSE
25	Presenta metas alcanzadas			FALSE
26	Presenta competencias alcanzadas			FALSE
27	Presenta recomendaciones para poner en práctica el estudiante en su entorno			FALSE
28	Presenta recomendaciones para el estudiante			FALSE
29	Presenta actividades para que el estudiante las realice al aire libre			FALSE
30	Enlaces cortos para acceder al contenido			FALSE
31	Administrador de eventos/calendario			FALSE
32	Trabaja con contenido de terceros			FALSE
33	Contenido disponible en línea			FALSE
2	Contenidos evaluados			
1	Tiene evaluación del contenido			FALSE
2	Resultados publicados de los test de evaluación de OA			FALSE
3	Cuestionarios online proporcionados			
1	Aplicación de cuestionarios en línea			FALSE
4	Trabajo colaborativo gestionado			
1	Actividades colaborativas			
		1	Utiliza foro	FALSE



		2	Utiliza chat		FALSE
		3	Utiliza blog		FALSE
		4	Utiliza entorno cooperativo		FALSE
		5	Permite videochat		FALSE
		6	Asesoría en línea con el tutor		FALSE
		7	Permite separación de actividades cooperativas		FALSE
	5	Actividades de reflexión, crítica e innovación brindados			
		1	Actividades de reflexión		FALSE
		2	Actividades de crítica		FALSE
		3	Utiliza juegos		TRUE
	2	Corrección funcional			
		1	Evaluaciones gestionadas		
		1	Evaluación de entorno del estudiante		FALSE
		2	Presenta los aciertos de la evaluación		FALSE
		3	Presenta las falencias de la evaluación		FALSE
		4	Evalúa al estudiante según su entorno		FALSE
		5	Posee encuestas		FALSE
		6	Presenta registro de calificaciones		FALSE
		7	Presenta un cuestionario de evaluación de requerimientos		FALSE
		8	Datos de usuario/calificaciones		FALSE
	3	Pertinencia funcional			
		1	Traducciones realizadas		
		1	OA en más de un idioma		FALSE
		2	OA en el idioma del estudiante		TRUE
		3	Tiene traductor		FALSE
	2	Eficiencia de desempeño			
		1	Comportamiento temporal		



1	Tiempo de carga requerido				
	1	Tiempo de carga de un OA		TRUE	
	2	Tiempo de ejecución realizado			
		1	Tiempo de acceso a las funcionalidades del OA		FALSE
		2	Tiempo en identificación de los recursos del OA		FALSE
		3	Tiempo en el cual se ejecuta un OA		FALSE
	3	Tiempo de login requerido			
		1	Tiempo en identificación de usuario		FALSE
	4	Duración OA requerido			
		1	Tiempo de duración del OA		TRUE
	2	Utilización de recursos			
	1	Uso de dispositivos de Entrada/Salida requerido			
		1	Dispositivos E/S requerido		FALSE
2		Utiliza Dispositivos de E/S			
		1	Mouse	TRUE	
		2	Teclado	TRUE	
		3	Escáner 2D	FALSE	
		4	Escáner 3D	FALSE	
		5	Pantalla táctil	FALSE	
		6	Lápiz óptico	FALSE	
		7	Tablets	FALSE	
		8	Punteros	FALSE	
		9	Joystick	FALSE	
		10	Gamepad	FALSE	
		11	Paddle	FALSE	
	12	Volante	FALSE		
	13	Gafas 3D	FALSE		



		14 Casco virtual	FALSE
		15 Micrófono	FALSE
		16 Parlantes	TRUE
		17 Cámaras digitales	FALSE
		18 Videocámara	FALSE
		19 Webcam	FALSE
		20 Lector de código de barras	FALSE
		21 Lector de código QR	FALSE
		22 Sensor de huella digital	FALSE
		23 Telémetro	FALSE
		24 Impresora 2D	FALSE
		25 Impresora 3D	FALSE
		26 Impresora braille	FALSE
		27 Plotter	FALSE
	3 Configuración de Hardware		
		1 Personalización de opciones de mouse	FALSE
		2 Personalización de pantalla	FALSE
2 Recursos de audiovisuales gestionados			
	1 Gestión de Imágenes, figuras y dibujos		
		1 Dispone imágenes, figuras y/o dibujos	TRUE
		2 Imágenes, figuras y dibujos que permitan variar los colores	FALSE
		3 Imágenes, figuras y dibujos que cuenten con su nombre	FALSE
		4 Permite personalizar los colores de las imágenes	FALSE



		5	Dispone de cuadros conceptuales		FALSE	
		6	Cuadros conceptuales etiquetados		FALSE	
	2	Gestión de animaciones				
		1	Dispone animaciones		TRUE	
		2	Animaciones interactivas		TRUE	
	3	Gestión de videos				
		1	Dispone videos		TRUE	
		2	Los videos vuelven lento al OA		TRUE	
	4	Gestión de textos				
		1	Texto con buena resolución			
				1	Resolución alta	TRUE
				2	Resolución baja	TRUE
		2	Texto con tamaño demasiado pequeño		FALSE	
		3	Texto personalizable		FALSE	
	5	Albumes de fotos			FALSE	
	3	Multimedia inteligible				
		1	Imágenes, figuras y dibujos con buena resolución		TRUE	
		2	Cuadros conceptuales con buena resolución		TRUE	
		3	Animaciones con buena resolución		TRUE	
		4	Videos con buena resolución		TRUE	
		5	Texto con letra legible		TRUE	
		6	Sonidos claros		TRUE	
	3	Capacidad				
		1	Espacio en disco requerido			
		1	Disco requerido		FALSE	



2	2	Tipo de disco	1	Fijo creciente	FALSE					
			2	Temporal	FALSE					
	2	Uso de CPU requerido	1	Procesos	FALSE					
			2	Subprocesos	FALSE					
	3	Uso de GPU requerido	1	Utiliza GPU	FALSE					
			4	Uso de RAM requerido						
	4	Uso de RAM requerido	1	Bloque paginado	FALSE					
			2	Bloque no paginado	FALSE					
	5	Uso de red requerido	1	Protocolos web	FALSE					
			3 Compatibilidad							
	1	1	Coexistencia	1	Ambientes gestionados	1	Entorno accesible	1	Ambiente web	FALSE
								2	Ambiente de escritorio	FALSE
								3	Ambiente móvil	FALSE
								4	Acceso solamente con internet	FALSE
5								Off-line	FALSE	
2								Interoperabilidad		
1		Interoperabilidad directa	1					Interoperabilidad de contenido	1	Imágenes
				2	Videos	FALSE				
				3	Sonidos	TRUE				



		4 Animaciones	FALSE
2	Interacción con el docente facilitada		
1	Permite preguntas por parte del estudiante		FALSE
2	Intercambio de archivos		FALSE
3	Conexión a redes sociales proporcionas		
1	Entorno Social Media		FALSE
4	Usabilidad		
1	Capacidad para reconocer su adecuación		
1	Adecuación a los destinatarios proporcionada		
1	El OA es solo para prebásica		FALSE
2	El OA es solo para Escuela		FALSE
3	El OA es solo para Colegio		FALSE
4	El OA es solo para Universidad		FALSE
5	El OA es solo para Maestrías		FALSE
6	El OA es solo para PhD		FALSE
7	Configuración del OA		
		1 Personalización de opciones de teclado	FALSE
		2 Personalización de la interfaz	FALSE
8	Dispone actividades para estudiantes con disfonía		FALSE
9	Dispone actividades para estudiantes con dislexia		FALSE
10	Dispone actividades para estudiantes con lecto-escritura		FALSE
11	Dispone de actividades para estudiantes con daltonismo		FALSE
12	Dispone actividades para estudiantes con discalculia		FALSE



	13	Dispone actividades para estudiantes con disgrafía			FALSE
	14	Dispone actividades para estudiantes con disortografía			FALSE
	15	Dispone actividades para estudiantes con problemas auditivos			FALSE
	16	Dispone actividades para estudiantes sordomudos			FALSE
	17	Dispone actividades para estudiantes con discapacidad motora			FALSE
	18	Dispone actividades de audio			FALSE
	19	Dispone actividades de escritura			FALSE
	20	Dispone de actividades de habla			FALSE
2	Capacidad de aprendizaje				
1	Elementos de guía proporcionados				
	1	Flechas o mapas de orientación			TRUE
	2	Índice			TRUE
	3	Mapa del sitio			TRUE
	4	Lenguaje de señas			FALSE
	5	Teclado virtual			FALSE
	6	Notificaciones con sonido			TRUE
	7	Herramientas administrativas y asistentes			FALSE
2	Herramientas de ayuda suministradas				
	1	Materiales de apoyo			FALSE
	2	El OA brinda entrenamiento para su uso			FALSE
	3	Una tercera parte brinda entrenamiento para utilizar el OA			FALSE
	4	Tutoriales/Manuales			FALSE
	5	Documentación y manuales de usuario			FALSE
	6	Archivos de ayuda			FALSE



	7	Ayuda en línea		FALSE
	8	Ayuda a usuarios		FALSE
	9	Ayuda en línea		FALSE
	10	Documentación publicada		FALSE
	11	Videos tutoriales		FALSE
3		Capacidad para ser usado		
	1	Contenido comprensible		
	1	Contenido ordenado por niveles de dificultad		FALSE
	2	Contenido valorado por otros usuarios		FALSE
	2	Instrucciones claras		
	1	Indica las actividades		FALSE
	2	Presenta ambigüedad		FALSE
	3	Métodos abreviados utilizados		
	1	Métodos abreviados		FALSE
	4	Aspectos didácticos		
	1	Tiene presentación del tema		TRUE
	2	Tiene objetivos		TRUE
	3	Presenta una motivación		TRUE
	4	Tiene introducción del tema		TRUE
	5	Existe explicación del contenido		TRUE
	6	Desarrolla de ejemplos		TRUE
	7	Propone actividades variadas al estudiante		FALSE
	8	Evalúa al estudiante		TRUE
	9	Presenta actividades de refuerzo al estudiante		FALSE
	10	Propone material de apoyo		FALSE
	5	Aspectos pedagógicos		
	1	Resultados de evaluación positivos para el estudiante		FALSE
4		Protección contra errores de usuario		



5	1	Errores de usuario gestionados				
		1	Verificación de entradas válidas			FALSE
		2	Prevención del uso incorrecto			FALSE
	5	Estética de la interfaz de usuario				
		1	Interfaces de presentación gestionadas			
			1	Gestión de la interfaz		
				1	Permite el cambio de tamaño de la interfaz del OA	FALSE
				2	Dimensiones de pantalla	FALSE
			2	Personalización de la apariencia de la interfaz del usuario		FALSE
			3	Ampliación de la pantalla		FALSE
	2	Ayudas y menús contextuales proporcionadas				
		1	Contenido personalizado sin ayuda		FALSE	
		2	Ayuda contextual (ToolTipText)		FALSE	
5	Fiabilidad					
	1	Madurez				
		1	Historial del OA			
			1	Versiones y actualizaciones del OA		
				1	Versiones - V	FALSE
				2	Actualizaciones	FALSE
			2	Cambios en los OA	FALSE	
			3	Mantiene control de versionamiento	FALSE	
	2	Tiempo en el mercado proporcionado				
		1	Tiempo del OA en el mercado		FALSE	
	2	Disponibilidad				
		1	Accesos gestionados			
			1	Modo de acceso		
				1	Permite descargarse	TRUE



			2 Medios portátiles		FALSE
	2	Número de tipos de ingresos al contenido del OA			FALSE
	3	Login y contraseña para acceso a OA			FALSE
3	Tolerancia a fallos				
	1	Rendimiento requerido			
		1 Refrescamiento del OA			FALSE
		2 Tiempo de respuesta promedio en operaciones			FALSE
4	Capacidad de recuperación				
	1	Impresiones solicitadas			
		1 Impresiones de acuerdo a especificaciones			FALSE
6	Seguridad				
	1	Confidencialidad			
		1 Encriptación gestionada			
		1 Datos encriptados correctamente			FALSE
		2 Datos desencriptados correctamente			FALSE
	2	Integridad			
		1 Accesos gestionados			
		1 Gestión de accesos			
			1 Número de accesos		FALSE
			2 Accesos simultáneos		FALSE
	3	No repudio			
		1 Errores de usuario gestionados			
		1 Fallas detectadas por versión			FALSE
		2 Fallas corregidas			FALSE
		3 Tiempo medio entre fallas			FALSE
		4 Tiempo medio para reparar la falla			FALSE
	4	Responsabilidad			



5	1	Sentencias ejecutadas			
	1	Número de pasos			FALSE
	1	Usuarios gestionados			
	1	Gestión de usuarios			
	1	Matriculados			FALSE
	2	Recurrentes			FALSE
	7	Mantenibilidad			
	1	Reusabilidad			
	1	Recursos y alianzas gestionados			
	1	Objetivos implementados en el OA			TRUE
2	Tareas implementadas en el OA			TRUE	
3	Incluye enlaces a otros sitios			FALSE	
4	Wikis			FALSE	
5	Relacionamiento del OA			FALSE	
6	OA reutilizable completamente			FALSE	
7	Modificación del OA			FALSE	
8	Fuente del OA			FALSE	
2	Capacidad para ser modificado				
1	Errores gestionados				
1	Mensajes de error del OA presentados en pantalla			FALSE	
3	Capacidad para ser probado				
1	Ambientes gestionados				
1	Ambiente de prueba			FALSE	
2	Ambiente de producción			FALSE	
2	Aprobación proporcionada				
1	Métodos de revisor			FALSE	
2	Contenido probado			FALSE	



8	Portabilidad			
1	Adaptabilidad			
1	Sistema Operativo utilizado			
1	Windows			TRUE
2	Unix			TRUE
3	Mac OS			FALSE
4	Linux			FALSE
2	Navegadores requeridos			
1	Utilización de navegadores			FALSE
2	Capacidad para ser instalado			
1	Ambientes gestionados			
1	Ambiente de prueba			FALSE
2	Ambiente de producción			FALSE
3	Capacidad para ser reemplazado			
1	Ambientes gestionados			
1	Ambiente de prueba			FALSE
2	Ambiente de producción			FALSE
2	Backups requeridos			
1	Facilidades de BACK UP y Recovery de recursos del OA			FALSE
2	Facilidad de recuperación del historial de cambios del OA			FALSE
3	Copias de seguridad y respaldo de los recursos del OA			
		1	Tipo de respaldo	FALSE
		2	Contenidos de respaldos	FALSE
		3	Estrategias de procesos de respaldo	FALSE
4	Herramientas de migrado de OA			FALSE

Fuente: Propia

6.4.- Resultados obtenidos

- Bajo todos los criterios y parámetros establecidos en el modelo de calidad, se obtiene que el modelo cubre aspectos de construcción y desarrollo en el ámbito técnico así como también en lo didáctico, ya que, permite al creador considerar diferentes criterios para su construcción y mejora.

Como resultado global de la evaluación se obtuvo que el OA cumple con 40 de los 265 criterios de evaluación completando así un 18.68%, desglosados en la Tabla 24 según la categorización de la ISO/IEC 25010.

Tabla 24 Resultado de la evaluación según categorización

No.	Característica	Peso	%
1	Compleitud funcional	4,87	4,13
2	Eficiencia de desempeño	5,07	3,62
3	Compatibilidad	1,22	5,80
4	Usabilidad	6,29	6,02
5	Fiabilidad	0,61	2,26
6	Seguridad	0,00	0,00
7	Mantenibilidad	1,22	3,93
8	Portabilidad	0,61	2,03
TOTAL		18,68	4,87

Fuente: Propia

Desglosado por cada una de las categorías, tenemos los siguientes resultados:

- En la Tabla 25 se presenta la subcaracterística Adecuación funcional, donde el OA alcanza el 4.13% es decir cumple con 11 de 57 métricas.

Tabla 25 Resultados para Adecuación Funcional

No.	Característica/Subcaracterística	TRUE	Peso	% respecto a la característica
1	Adecuación funcional	11,00	4,87	4,13
1.1	<i>Compleitud funcional</i>	10	4,47	4,854235639
1.1.1	Contenido gestionado	9	4,06	5,49
1.1.2	Contenidos evaluados	0	0,00	0,00
1.1.3	Cuestionarios online proporcionados	0	0,00	0,00
1.1.4	Trabajo colaborativo gestionado	0	0,00	0,00
1.1.5	Actividades de reflexión, crítica e innovación brindados	1	0,41	6,77
1.2	<i>Corrección funcional</i>	0	0,00	0,00
1.2.1	Evaluaciones gestionadas	0	0,00	0,00
1.3	<i>Pertinencia funcional</i>	1	0,41	5,80
1.3.1	Traducciones realizadas	1	0,41	5,80

Fuente: Propia

- En la Tabla 26 se indica la subcaracterística Eficiencia del desempeño, donde el OA alcanza el 3.62% es decir cumple con 11 de 66 métricas.

Tabla 26 Resultado para Eficiencia del desempeño

No.	Característica/Subcaracterística	TRUE	Peso	% respecto a la característica
2	Eficiencia de desempeño	11	5,07	3,62
2.1	<i>Comportamiento temporal</i>	2	1,22	7,16
2.1.1	Tiempo de carga requerido	1	0,61	20,30
2.1.2	Tiempo de ejecución realizado	0	0,00	0,00
2.1.3	Tiempo de login requerido	0	0,00	0,00
2.1.4	Duración OA requerido	1	0,61	20,30
2.2	<i>Utilización de recursos</i>	9,00	3,86	3,71
2.2.1	Uso de dispositivos de Entrada/Salida requerido	3,00	0,81	1,08
2.2.2	Recursos de audiovisuales gestionados	6,00	3,04	14,50
2.2.3	Multimedia inteligible	0,00	0,00	0,00
2.3	<i>Capacidad</i>	0,00	0,00	0,00
2.3.1	Espacio en disco requerido	0	0,00	0,00
2.3.2	Uso de CPU requerido	0	0,00	0,00
2.3.3	Uso de GPU requerido	0	0,00	0,00
2.3.4	Uso de RAM requerido	0	0,00	0,00
2.3.5	Uso de red requerido	0	0,00	0,00

Fuente: Propia

- En la Tabla 27 se presenta la evaluación de la subcaracterística Compatibilidad, donde el OA obtiene el 5.80% ya que solamente cumple con 2 de 12 métricas.

Tabla 27 Resultado Compatibilidad

No.	Característica/Subcaracterística	TRUE	Peso	% respecto a la característica
3	Compatibilidad	2,00	1,22	5,80
3.1	<i>Coexistencia</i>	0,00	0,00	0,00
3.1.2	Ambientes gestionados	0,00	0,00	0,00
3.2	<i>Interoperabilidad</i>	2,00	1,22	13,53
3.2.1	Interoperabilidad directa	2,00	1,22	13,53

Fuente: Propia

No.	Característica/Subcaracterística	TRUE	Peso	% respecto a la característica
8.3.1	Ambientes gestionados	0,00	0,00	0,00
8.3.2	Backups requeridos	0,00	0,00	0,00

Fuente: Propia

En el Anexo 3. Resultados completos, se presenta la tabla de resultados de forma completa con su respectivo desglose de atributos.

6.5.- Recapitulación

A continuación, se presenta los tópicos más relevantes tratados en este trabajo de investigación:

- Se ha presentado una visión general de los diferentes conceptos que se han desarrollado en la línea del tiempo para todo lo relacionado con objetos de aprendizaje, modelos de metadatos y metadatos enfocados al ámbito educativo. Todo esto ha permitido determinar un concepto completo para utilizarlo en el desarrollo de este trabajo de titulación.
- Se ha realizado una presentación de modelos de calidad propuestos para la parte tecnológica y pedagógica, con la finalidad de poder extraer criterios y definir un solo modelo de calidad que pueda evaluar estos dos ámbitos.
- Se ha dado una breve introducción de los conceptos de la notación i^* para que la construcción del modelo i^* contenga los elementos necesarios que reflejen la realidad de utilización de un OA.
- Se ha desarrollado un modelo de calidad que en base al modelo i^* y considerando cada una de las características y criterios más relevantes de los modelos plasmados en la literatura, permitan evaluar en conjunto los aspectos desde el ámbito tecnológico, así como también desde el didáctico. Como se ha podido observar los modelos existentes solo permiten realizar una evaluación enfocada desde un solo ámbito, lo cual deja una inconsistencia al tener solamente resultados que enfoquen y avizoren un solo aspecto.
- Se ha realizado un caso de estudio para probar tanto la aplicabilidad del nuevo modelo de calidad, así como ver los resultados en sí de este nuevo modelo. La evaluación de un objeto de aprendizaje, el cual ha sido seleccionado de manera aleatoria ha permitido dar una guía de cómo sería la evaluación de futuros OAs en los que se desee observar.

6.6.- Conclusiones finales

Al finalizar este trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Este nuevo modelo de calidad permite tanto a técnicos como docentes tener una visión clara de cómo está el trabajo plasmado en un OA para la transmisión de



conocimientos y el correcto funcionamiento del mismo. De esta manera permitirá que se pueda mejorar el material que se utilice para impartir conocimientos.

- Los parámetros de evaluación de OA enmarcados en calidad de modelos existentes, ha sido considerados de los diferentes autores que han realizado trabajos al respecto, donde se indica características básicas que debe tener un OA.
- En base a los conceptos descritos por cada uno de los autores con relación a los OA, además de cada uno de los conceptos dentro de los modelos de aprendizaje tanto técnicos como educativos, se ha extraído las características más relevantes tanto en el ámbito tecnológico como didáctico para la evaluación de OA.
- Se ha utilizado la metodología IQMC para desarrollar un modelo de dependencias estratégicas que vincula a todas las características recopiladas en la bibliografía.
- Se generó la trazabilidad entre cada uno de los actores del modelo i* que presentaron sus *Goals* y *Qualities* dentro de las características y atributos en la matriz ISO 25010.
- Se realizó la evaluación de un OA mediante la matriz de calidad generada con cada una de sus métricas.

6.7.- Líneas de trabajo futuros

- Investigar y mejorar el modelo de calidad planteado, ya que al momento se ha tomado como base a la norma ISO/IEC 25010, y puede ser enlazado con otros modelos de calidad normados.
- Considerar nuevas métricas o mejorar las actuales, en base a los criterios de evaluación.
- Evaluar mediante diferentes experimentos la validez de este modelo de calidad.
- Desarrollar un aplicativo que permita automatizar el proceso de evaluación en este modelo de calidad.
- Difundir este modelo de calidad para toda persona que desee utilizar una herramienta que evalúe los objetos de aprendizaje desde parámetros tanto técnicos como didácticos.



Referencias

- IMS Global Learning Consortium Inc. (2003, Julio). *IMS Abstract Framework: White Paper*. Retrieved from Version 1.0: <https://www.imsglobal.org/>
- American National Standards Institute (ANSI). (2016). *American National Standards Institute (ANSI)*. Retrieved from Standards Activities Overview: www.ansi.org/
- APROA. (2004). *EDU APROA Aprendiendo con objetos de aprendizaje*. Retrieved from APROA: <http://www.aproa.cl/>
- Astudillo, G., Sanz, C., & Willging, P. (2011). Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje. *Revisión de su definición y sus posibilidades (Trabajo final)*. Retrieved 2016, from <http://sedici.unlp.edu.ar/ARG-UNLP-TPG-0000002954/12061.pdf>
- Avila, E., Bermeo, J., Maldonado, J., Mejía, M., Muñoz, L., & Pinos, J. (2015). *Manual para el diseño, creación y evaluación de Objetos de Aprendizaje*. Cuenca.
- Barritt, C., & Lewis, D. &. (1999). Cisco Systems Reusable Information Object Strategy. Definition, Creation Overview, and Guidelines. *Cisco Systems, Inc*. Retrieved Julio 10, 2016, from http://www.cisco.com/warp/public/779/ibs/solutions/learning/whitepapers/el_cis
- Belloch, C. (2013, Enero). *Diseño instruccional*. Retrieved from <http://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA4.pdf>
- Bermeo, J., Sanchez, M., Maldonado, J., & Carvallo, J. P. (2016, Abril 1). *Modelos de Calidad de Software en la Práctica: Mejorando su Construcción con el Soporte de Modelos Conceptuales*. Retrieved from <http://dspace.cedia.org.ec:8080/handle/123456789/1001>
- Carvallo, J. P., Franch, X., Quer, C., Burgués, X., & Grau, G. (2003). COSTUME: Un método para la combinación de modelos de calidad. (U. P. Catalunya, Ed.) *WER*, 153-167. Retrieved 2016, from http://wer.inf.puc-rio.br/WERpapers/artigos/artigos_WER03/juan_carvallo.pdf
- Chan Núñez, M. E. (2002). OBJETOS DE APRENDIZAJE: una herramienta para la innovación educativa. *INNOVA, Objetos de aprendizaje. Experiencias de innovación educativa en los Centros de la Red Universitaria*, 2, 3-11. Retrieved Julio 10, 2016, from http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/ObjetosAprendizaje/PDF/STModulo01/lec_oa_htainnovacion.pdf
- Chiappe, A. (2007). Acerca de lo pedagógico en los objetos de aprendizaje reflexiones conceptuales hacia la construcción de su estructura teórica. *Estudios Pedagógicos*, XXXV(1), 261-272. Retrieved Julio 20, 2016, from <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=173514138016>
- Chisholm, W. y. (1999). *Tabla de puntos de verificación para las pautas de accesibilidad al contenido en la web 1.0*. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/1999/WAIWEBCONTENT-19990505/full-checklist>



- Claudia P., A., Carlos, C., Juan P., C., Gemma, G., Mariela, H., Guadalupe, S., . . . Carne, Q. (2004). Análisis Comparativo de Lenguajes de Modelado Orientados a Objetivos basados en i*. *Proceedings of the Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento (JIISIC'04)*, 527-540.
- DCMI. (2016). *Dublin Core Metadata Innovation*. Retrieved from The Metadata Community — Supporting Innovation in Metadata Design, Implementation & Best Practices: <http://dublincore.org/>
- DCMI. (2016). *Gateway to Educational Materials (GEM)*. Retrieved from GEM: <http://dublincore.org/groups/education/GEM-Study.html>
- DCMI. (2016). *Learning Resource Metadata Initiative*. Retrieved from <http://www.lrmi.net/>
- DLF. (2016). *www.diglib.org*. Retrieved from Digital Library Federation: <https://www.diglib.org/aboutdlf/>
- EAD. (2016, Agosto 26). *Encoded Archival Description*. Retrieved from General information: <https://www.loc.gov/ead/>
- EAD. (2016, Agosto 26). *Encoded Archival Description*. Retrieved from General information: <https://www.loc.gov/ead/>
- Escobar, C. P., & Rodríguez, S. D. (2014, Febrero). *Análisis comparativo de Frameworks JSF 2.0: Icefaces, Primefaces y Richfaces; para la implementación en el desarrollo del sistema de gestión de proyectos ambientales de la empresa KAYMANTA*. Retrieved from <http://repositorio.espe.edu.ec:> <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8162>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6, 27-36. Retrieved from http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf
- Española, R. A. (2016, Junio 10). *Real Academia Española*. Retrieved from Diccionario de la lengua española | Edición del Tricentenario: <http://www.rae.es/>
- Federal Resources for Educational Excellence. (2000, Septiembre). *The Gateway to Educational Materials*. Retrieved from Archived Information: <https://www2.ed.gov/pubs/TeachersGuide/gateway.html>
- Fernández-Pampillón, A., Domínguez-Romero, E., & de Armas-Ranero, I. (2012, Mayo). *Herramienta de Evaluación de la Calidad de Objetos de Aprendizaje: Guía para la producción y evaluación de materiales didácticos digitales*. Retrieved Noviembre 2015, 26, from <http://eprints.ucm.es/>: http://eprints.ucm.es/12533/1/COdAv1_1_07jul2012.pdf
- Franch, X., & Carvallo, J. P. (2003). Using Quality Models in Software Package Selection. *IEEE Software*, <http://computer.org/publications/dlib>, 34-41.
- Franch, X., & Carvallo, J. P. (2006). Extending the ISO/IEC 9126-1 Quality Model with Non-Technical Factors for COTS Components Selection. *Proceedings of the 2006 international workshop on Software quality*, 9-14.



- García Aretio, L. (2005, Agosto 18). *Grupo de Apoyo a la Teleenseñanza*. (Colaboraciones especiales · Lorenzo García Aretio) Retrieved Julio 12, 2016, from <http://www.um.es>: <http://www.um.es/atika/gat/gat2/tema-delmes/colaboraciones-especiales-garcia-aretio/>
- GEM. (2013). *The Gateway to Educational Materials*. Retrieved from <http://www.thegateway.org/>
- Gil, Y. R., & Palma, Y. D. (2013). Aspectos e indicadores para evaluar la calidad de los objetos de aprendizaje creados en la Universidad de las Ciencias Informáticas. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 10(2), 149-162. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/RUSC/article/download/285024/373003>
- Gobierno de España, P. (2010, Febrero). *Análisis del Perfil de Aplicación LOM-ES*. Retrieved 2017, from <http://www.edu.xunta.es>: http://www.edu.xunta.es/contidos/ODEs/lex2/analisis_UNE_71361_perfil_de_aplicacion_LOM-ESv1.0.pdf
- Gonzalez-Barnone, V. &-R. (2008). Creating the first SCORM object. *Computers & Education*(4), 1634-1647.
- Hodgins, H. W. (2000). *The future of learning objects, The instructional use of learning objects*. David A. Retrieved Julio 10, 2016, from <http://reusability.org/read/chapters/hodgins.doc>
- Hodgins, W., Ehlers, U.-D., & Pawlowski, J. (2006). Out of the past and into the future: Standards for technology enhanced learning. In *Handbook on Quality and Standardisation in E-Learning* (pp. 309-327). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/3-540-32788-6_21
- IEEE. (2016, Marzo 9). *IEEE Standards Association*. Retrieved from IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) Systems Interoperability in Education and Training: <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- IEEE Learning Technology Standards Committee. (2002). Draft Standard for Learning Object Metadata. Retrieved Julio 10, 2016, from http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf
- IEEE-LTSC. (2002). IEEE Standard for Learning Object Metadata. Retrieved from <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- IFLA. (2015, Julio 9). *IFLA Standards*. Retrieved from In support of quality library and information services worldwide: <http://www.ifla.org/node/9337>
- ISO 19788. (2015, Noviembre). *International Organization for Standardization*. Retrieved from ISO/IEC 19788-8:2015: <https://www.iso.org/standard/62845.html>
- ISO. (2009, Febrero 15). *ISO 15836:2009(en)*. Retrieved from http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=52142: <https://www.iso.org/obp/ui/#!iso:std:52142:en>
- ISO 25000. (2015). *ISO 25000*. Retrieved from ISO/IEC 25010: <http://www.iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>



- iStar Wiki. (2015, Agosto 5). *i* wiki*. Retrieved from istarwiki.org: <http://istar.rwth-aachen.de>
- Jayanthi, K., Srivatsa, S., & Ramesh, T. (2008). Performance evaluation of reusable learning objects in e-learning system-A blended approach to make-learning to work. *Information Technology Journal*, 7(4), 667-672.
- Kay, R. H., & Knaack, L. (2007). Evaluating the learning in learning objects. *Open Learning*, 22(1), 5–28. Retrieved from http://faculty.uoit.ca/kay/home/articles/WBLTs/Kay_Knaack_2007_OL_Eval_Learning_in_LO.pdf
- Kunze, J., & Baker, T. (2007). *The Dublin Core Metadata Element Set*. Retrieved from <https://tools.ietf.org>: <https://tools.ietf.org/html/rfc5013>
- Lamarca, M. J. (2007). *Hipertexto: El nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*. Retrieved from www.terras.edu.ar: <http://www.terras.edu.ar/aula/tecnicatura/3/biblio/3Lamarca.pdf>
- Lavín, S., Del Solar, S., Fischer, M., & Ibarra, J. C. (2002). La propuesta CIGA: gestión de calidad para instituciones educativas. 23.
- Leal Fonseca, D. E. (2008). Iniciativa colombiana de objetos de aprendizaje: situación actual y potencial para el futuro. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 8(8), 76-85.
- Maldonado, J. (2015). Desarrollo de un Marco de Análisis para la selección de metodologías de diseño de objetos de aprendizaje(OA) basado en criterios de calidad para contextos educativos específicos. La Plata, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de La Plata.
- Maldonado, J., Carvallo, J. P., & Siguencia, J. (2015). Metodologías y Propuestas Metodológicas Para el Diseño de Objetos de Aprendizaje: Un Estado del Arte en Iberoamérica. *Anais da X Conferência Latino-Americana de Objetos e Tecnologias de Aprendizagem (LACLO 2015)*, 36-45.
- Martínez Naharro, S. B. (2007). Los objetos de aprendizaje como recurso de calidad para la docencia: criterios de validación de objetos en la Universidad Politécnica de Valencia. *IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Educativos Reutilizables*.
- McGreal, R. (2004). *Online Education using Learning Objects* (2 ed.). (Routledge, Ed.) RouldledgeFalmer. doi:1134116799, 9781134116799
- Menéndez, D. V., Castellanos, B. M., Vidal, C. C., & Segura, A. (2012). Un modelo de calidad de Objetos de Aprendizaje basado en la semántica de sus metadatos. Retrieved from <http://lacro.org/papers/index.php/lacro/article/download/51/46>
- MERLOT. (2016). *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*. Retrieved from Merlot II : www.merlot.org
- Merrill, M. D., Li, Z., & Jones, M. K. (1991). *Second Generation Instructional Design (ID2)* (Vol. 30). Utah State University. Retrieved Junio 8, 2016, from http://www.speakeasydesigns.com/SDSU/student/SAGE/compsprep/ID1_and_ID2.pdf



- METS. (2016, Febrero 9). *Metadata Encoding & Transmission Standard*. Retrieved from METS: Introducción y tutorial: <http://www.loc.gov/standards/mets/>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2006). *¿Qué es un Objeto de Aprendizaje?* Retrieved from <http://aprendeenlinea.udea.edu.co:> <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/men/oac1.html>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2012). *Recursos Educativos Digitales Abiertos*. Retrieved from <http://www.colombiaaprende.edu.co:> <http://www.colombiaaprende.edu.co/reda/REDA2012.pdf>
- Ministerio de Educación, I. d. (2010, Febrero 8). *Perfil de aplicación LOM-ES V1.0*. Retrieved 04 27, 2017, from www.edu.xunta.es: <http://www.edu.xunta.es/contidos/ODEs/lex2/herramientas.htm>
- Modelo EFQM*. (2015, Noviembre 26). Retrieved from www.gestion-calidad.com: <http://www.gestion-calidad.com/modelo-efqm.html>
- MODS. (2016, Febrero 1). *Metadata Object Description Schema*. Retrieved from MODS: Uses and Features: <http://www.loc.gov/standards/mods/>
- Morales, E., García, F., Moreira, T., Rego, H., & Berlanga, A. (2005, Abril). Valoración de la calidad de unidades de aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, 1-13. Retrieved from Units of learning quality valuation: <http://www.redalyc.org/html/547/54709609/>
- Muñoz, C. C. (2010). *Calidad del producto y proceso software*. Editorial Ra-Ma.
- Muñoz, J. O. (2006). Metodología para elaborar Objetos de Aprendizaje e integrarlos a un Sistema de Gestión de Aprendizaje. *Revista Apertura del Sistema de Universidad Virtual*. Retrieved from http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-172721_archivo.pdf
- Nesbit, J. C., Belfer, K., & Vargo, J. (2002). A convergent participation model for evaluation of learning objects. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 28(3), 105-120.
- Nesbit, J., Belfer, K., & Leacock, T. (2003). Learning Object Review Instrument. *Versión 1.5*. (E.-L. R. Network, Ed., & T. NCE, Compiler) CANARIE Inc. and eduSourceCanada. Retrieved 2016, from <http://www.transplantedgoose.net/gradstudies/educ892/LORI1.5.pdf>
- NISO. (2007). *NISO Standards - National Information Standards Organization*. Retrieved from NISO Standards: www.niso.org
- Ochoa, X., & Duva, E. (2006). Quality metrics for learning object metadata. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 1004–1011.
- Ochoa, X., & Duval, E. (2008). Relevance Ranking Metrics for Learning Objects. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 1, 34-48.



- OIT/CINTERFOR. (2013). *Aportes al debate sobre Objetos de Aprendizaje para el desarrollo de competencias laborales*. (Primera ed.). Montevideo, Uruguay. Retrieved 2016, from <http://www.oitcinterfor.org/>
- Palacios, M. L., & Contreras, M. D. (2010). Tercer Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia. *Importancia de las metodologías basadas en la ingeniería de software para la elaboración de los objetos de aprendizaje en la educación a distancia*, 22. EduQa.
- Paulsson, F., & Naeve, A. (2007). Establishing technical quality criteria for Learning Objects. 1431-1439.
- Polsani, P. R. (2003). Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *Journal of Digital*, 3(5). Retrieved from journals.tdl.org/jodi/article/viewArticle/89
- Ramírez, M. S. (2007). Administración de objetos de aprendizaje en educación a distancia: experiencia de colaboración interinstitucional. In A. y. Lozano, *Tecnología educativa en un modelo de educación a distancia centrado en la persona* (Vol. 351, pp. 351-373). Retrieved Julio 10, 2016, from http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/cl_01.pdf
- Reeves, T. (1997, Noviembre 21). *Evaluating What Really Matters in Computer-Based Education*. (Universidad de Georgia) Retrieved from Learning with software: pedagogies and practices: <http://archive.is/sP9RQ>
- Romero, E. D., Cesteros, A. F., & de Armas Ranero, I. (2012). COdA, una herramienta experimentada para la evaluación de la calidad didáctica y tecnológica de los materiales didácticos digitales. *RELADA-Revista Electrónica de ADA-Madrid*, 6(4). Retrieved from <http://polired.upm.es/index.php/relada/article/view/1925/1930>
- Sánchez, M. F., & Castro, J. G. (2005). *Calidad total: modelo EFQM de excelencia*. F. C. Editorial.
- Sanz, C. (2014). Curso de Doctorado "Objetos de Aprendizaje". *Universidad Nacional de la Plata*.
- Senso, J. A. (2003). El concepto de metadato. *Algo más que descripción de recursos electrónicos.*, 32(2).
- Sicilia, U. M.-A., & Sánchez, A. S. (2009). Learning objects y learning designs: conceptos. *Presented at the Diseño y Evaluación de contenidos y actividades educativas reutilizables, Information Engineering Research Unit*.
- TEI. (2016, Julio 19). *TEI: Text Encoding Initiative*. Retrieved from <http://www.tei-c.org/index.xml>
- Vargo, J., Nesbit, J. C., Belfer, K., & Archambault, A. (2003). Learning object evaluation: Computer mediated collaboration and inter-rater reliability. *International Journal of Computers and Applications*, 25(3), 198-205. Retrieved 2016
- Vidal, C. L., Segura, A. A., & Prieto, M. E. (2008, Octubre). Calidad en objetos de aprendizaje. In *Memorias V Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Educativos Reutilizables, SPEDECE08*. Retrieved from



http://www.web.upsa.es/spdece08/contribuciones/139_CalidadEnObjetosDeAprendizajeTypeInstSpringerFinalVidalSeguraPrietoV99.pdf

Villanta, A., & Carvallo, J. P. (2015). Modelos de calidad de software: Una revisión sistemática de la literatura. *MASKANA*, 107-117.

Wiley, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. *he instructional use of learning objects*. Retrieved Julio 10, 2016, from <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

Williams, D. (2000). Evaluation of learning objects and instruction using learning objects. *The instructional use of LOs*. D. A. Wiley. Retrieved from <http://reusability.org/read/chapters/williams.doc>

Zapata Lesmes, C. D., Bonfante Rodríguez, M. C., & Suarez García, M. C. (2013). Calidad de objetos virtuales de aprendizaje para el desarrollo de la inteligencia práctica en niños sordos. *Hexágono Pedagógico*, 4(1), 2-26. Retrieved Abril 2016, 6

Zapata Ros, M. (2005). Secuenciación de contenidos y objetos de aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia, Número monográfico II*, 1-39. Retrieved Julio 10, 2016, from <http://revistas.um.es/index.php/red/article/view/25221>

ANEXO 1: Modelo de Calidad para la Evaluación de un OA

A continuación, se presenta el modelo de calidad el cual recoge cada uno de los criterios considerados desde la literatura y las necesidades que se identificaron a partir del modelo *. La primera columna de la matriz indica la característica a nivel de la ISO/IEC 25010 en su primer y segundo subnivel respectivamente, en el tercer subnivel se ha colocado los criterios considerados necesarios de evaluación de un OA. En la segunda y tercera columna se tienen los niveles 1 y 2 con respecto a los atributos que alimentan a la evaluación del modelo de calidad. En la cuarta columna se tienen las métricas que se aplicará a cada uno de los criterios de evaluación, seguidos del valor que se aplicará para la cuantificación. En la sexta columna se tiene el resultado que el evaluador considerará para el criterio con respecto del OA que evalúa. Finalmente, en la última columna se tiene una descripción del criterio de evaluación.

Puede encontrar la matriz completa en la URL de anexos:

https://www.dropbox.com/sh/f3dg3pxybseho8t/AADCeuCzAAqRv8_g1eeeorD4a?dl=0

ANEXO 2. Asignación de pesos para la evaluación del modelo de calidad

Puede encontrar la matriz completa en la URL de anexos:

https://www.dropbox.com/sh/f3dg3pxybseho8t/AADCeuCzAAqRv8_g1eeeorD4a?dl=0

ANEXO 3. Resultados de Evaluación del OA

Puede encontrar la matriz completa en la URL de anexos:

https://www.dropbox.com/sh/f3dg3pxybseho8t/AADCeuCzAAqRv8_g1eeeorD4a?dl=0