

Discovering the MOOC Information System Generic Architecture

Malhena Sánchez

Maestría en Gestión Estratégica de TI
Universidad de Cuenca
Cuenca, Ecuador
malhena.sanchez@ucuenca.edu.ec

Juan Pablo Carvallo

Escuela de Sistemas y Telemática
Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador
jpcarvallo@uazuay.edu.ec

Abstract—The purpose of the following study is present the MOOC Information System Generic Architecture as a result of the analysis of quality characteristics found in the literature concerning of MOOC, and the application of the Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors (DHARMA) method based on the use of i^* . Generic Architecture refers to the identification of MOOC system actors, the services that must be covered by each one and the relationships between them. The i^* diagrams allow identifying strategic needs for which a MOOC Information System is required in an organization (pedagogical approach), and express them indicating the specific services that the system must provide (technological approach), grouping related services in atomic domains. Finally, this study shows how the Generic Architecture will guide the future construction of a software quality model or QM for MOOC with ISO/IEC 25010 as an instrument to facilitate a systematic and practical evaluation of those characteristics that guarantee the quality and effectiveness of MOOC in the generation of learning.

Keywords- Architecture, DHARMA, *istar*, MOOC, Quality Model.

I. INTRODUCCIÓN

La influencia y uso de los *Massive Open Online Course o Cursos Online Masivos y Abiertos* (MOOC), ha originado un nuevo campo de estudio sobre la construcción de un *Modelo de Calidad* (QM) para sistemas de información MOOC, que facilite una evaluación sistemática y práctica de aquellas características que garanticen la calidad y eficacia del uso de estas herramientas en la generación de aprendizaje [1].

En [2] se propuso la construcción de un QM para MOOC con el método *Individual Quality Model Construction* (IQMC) bajo el estándar de calidad de productos de software ISO/IEC 25010, en razón de que los QM proporcionan un marco para medir y evaluar la calidad de sistemas de software.

Este trabajo forma parte de la construcción del QM, y presenta la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC como resultado del análisis de características de calidad que se encuentran en la literatura dentro del ámbito de los MOOC, y la aplicación del método *Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors* (DHARMA) basado en el uso de diagramas i^* , finalmente en este trabajo a través de un ejemplo, se revela cómo la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC guía los pasos siguientes en la construcción del QM para MOOC.

La Arquitectura Genérica se refiere a la identificación de actores que forman parte de un sistema de información MOOC, los servicios que deben ser cubiertos por cada uno de ellos y las relaciones entre sí. Los diagramas i^* permiten identificar las necesidades estratégicas para los cuales un sistema de información MOOC es requerido en una organización (enfoque pedagógico); y plasmarlas indicando los servicios específicos que el sistema deberá brindar (enfoque tecnológico); agrupando los servicios relacionados en dominios atómicos.

Este artículo está estructurado en 5 secciones, además de la introducción, la sección 2 presenta una descripción general del modelado en i^* y del método DHARMA; la sección 3 detalla cada una de las actividades principales del método con sus resultados; la sección 4 explica cómo la Arquitectura Genérica encontrada orienta la construcción futura del QM para MOOC; y la sección 5 presenta las conclusiones correspondientes.

II. METODOLOGÍA

Tomado desde [3], a continuación se describe brevemente el modelado *istar* i^* y el método DHARMA basado en el uso de diagramas i^* como la metodología a seguir en la definición de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC con modelización de actores que proporcionan un marco común de referencia para la definición de requisitos de calidad tecnológicos y pedagógicos aplicables a proyectos de adquisición o desarrollo de plataformas MOOC.

A. El Modelado i^*

El marco i^* fue formulado para representar, modelar y razonar acerca de sistemas sociotécnicos, como por ejemplo los *Sistemas de Información* (SI). Su lenguaje de modelado está constituido básicamente por un conjunto de construcciones gráficas que pueden utilizarse en dos modelos: el modelo de dependencia estratégica (SD por sus siglas en inglés), que permite la representación de los actores organizacionales, y el modelo de razonamiento estratégico (SR por sus siglas en inglés), que representa la lógica al interior de los actores.

Un modelo de dependencia estratégica (SD) consiste de un grupo de nodos que representan actores y un grupo de dependencias que representan las relaciones entre ellos. Los actores a ser incluidos en los modelos SD se clasifican como humano, organizacional, de software o hardware. Los actores

se pueden relacionar por medio de la relación de herencia is-a (subclasificación) y pueden tener dependencias sociales. Una dependencia es una relación entre dos actores, uno de ellos, llamado dependum, que depende de la realización de alguna intención interna de un segundo actor, llamado dependee. La dependencia se caracteriza entonces por un elemento intencional que representa el objeto de la dependencia. Existen cuatro tipos de elementos intencionales (ver Fig. 1):

- **Recursos:** representan elementos físicos o lógicos requeridos por los actores para alcanzar sus objetivos, se representan por un rectángulo (ej., dependencia Información de cursos ofertados).
- **Tareas:** representan una forma específica de alcanzar los objetivos, son actividades que produce cambios en el mundo. Se representa por un hexágono (ej., dependencia Resolver dudas por email).
- **Objetivos:** usualmente significan servicios o requerimientos funcionales, se representan por un ovalo (ej., dependencia Dudas aclaradas) y
- **Objetivos blandos:** generalmente se introducen para la representación de requisitos no funcionales y de calidad, representan un objetivo que puede ser parcialmente satisfecho o que requiere de un acuerdo adicional acerca de cómo se debe satisfacer. Se representan por un ovalo achatado (ej., dependencias Atención oportuna o Calidad del Producto o Servicio).

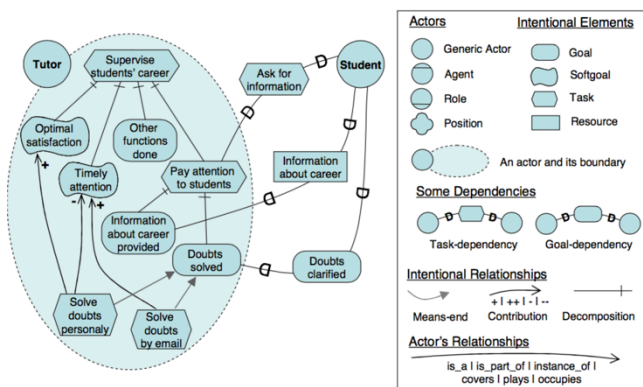


Fig. 1. Ejemplo de un modelo i^* .

Un modelo de razonamiento estratégico (SR) por su parte, permite visualizar los elementos intencionales en la frontera de un actor a fin de refinar el modelo SD con capacidades de razonamiento.

Las dependencias del modelo SD están vinculadas a elementos intencionales dentro de la frontera del actor. Los elementos incluidos en el modelo SR se descomponen conforme a dos tipos de vínculos:

- **Vínculos medios-fin:** que establecen que uno o más de los elementos intencionales son los medios que contribuyen a la consecución de un fin.
- **Vínculos tarea-descomposición:** que establecen la descomposición de una tarea en diferentes elementos intencionales. Se usa relación AND cuando una tarea se descompone en más de un elemento intencional.

La Figura 1 ilustra la descomposición de un sistema de tutoría a estudiantes, se presenta la notación gráfica, el modelo SR de un tutor con sus relaciones jerárquicas internas, y las dependencias SD entre un estudiante y el tutor.

Los actores se pueden especializar en agentes, roles y posiciones. Una posición cubre roles. Los agentes representan instancias particulares de personas, máquinas o software dentro de la organización y ocupan posiciones. Los actores y sus especializaciones pueden ser descompuestos en otros actores utilizando la relación es-parte-de.

B. El Método DHARMA

El método DHARMA tiene por objetivo definir arquitecturas de SI utilizando el marco i^* como herramienta fundamental de modelado. El proceso inicia con el modelado del entorno de la organización y concluye con la identificación de la arquitectura genérica del SI. Por arquitectura genérica entendemos la identificación de los actores que estructuran el sistema, los servicios que deben ser cubiertos por cada uno de ellos y las relaciones existentes entre los mismos.

El concepto de actor es pues central en el método DHARMA y por ello el marco i^* se revela altamente indicado. Los actores del sistema representan dominios atómicos para los cuales se pueden identificar componentes de software. Por dominio atómico entendemos una agrupación de funciones que proporcionan un valor al usuario, de tal manera que ningún subconjunto propio de tal agrupación representa otro dominio significativo.

El método DHARMA se basa en los modelos de las cinco fuerzas de mercado y la cadena de valor descritos por Porter, el primero está diseñado para ayudar a las organizaciones a analizar la influencia de las cinco fuerzas de contexto en sus negocios y razonar acerca de las potenciales estrategias disponibles para hacerlo rentable; la cadena de valor, en cambio, engloba las cinco actividades primarias de valor y cuatro actividades de soporte, requeridas para generar valor y eventualmente un margen (diferencia entre el valor total generado y el costo de realizar las actividades de valor).

El método ha sido concebido como cuatro actividades básicas que pueden ser iteradas o intercaladas (ver Fig. 2):

1) **El modelado del entorno de la organización:** “La organización y su modelo de negocio son estudiados en detalle, a fin de identificar el rol que juega en relación a su contexto. Este análisis hace evidentes los diversos tipos de actores en su entorno y las necesidades estratégicas existentes entre ellos y la organización. Los modelos SD de i^* son utilizados para soportar el razonamiento y representar los resultados. Esta actividad requiere abordar al menos dos sub-actividades, la identificación de los actores de entorno y la identificación de sus dependencias con la organización”.

2) **Modelado del entorno del SI:** “Esta actividad propone la introducción de un SI en la organización y analiza el impacto que éste tendría en relación a los elementos en el entorno. Las dependencias estratégicas identificadas en la actividad anterior son analizadas con el objeto de terminar cuáles pueden ser satisfechas directamente por el sistema, y cuáles son necesarias para que este mantenga su operación.

Estas dependencias son redireccionadas y modeladas junto a los actores asociados en un diagrama SD del entorno del sistema. Este modelo incluye a la organización como un actor, en el que sus necesidades son modeladas como dependencias estratégicas sobre el mismo“.

3) **Descomposición de los objetivos del SI:** “El sistema es analizado y descompuesto en una jerarquía de objetivos necesarios para satisfacer las dependencias estratégicas con su entorno. Los objetivos representan los servicios que el sistema debe proveer, para interactuar con los actores en su entorno. Un diagrama SR del sistema es construido utilizando descomposiciones medio–fin de tipo objetivo–objetivo“.

4) **Identificación de la arquitectura del SI:** “Los objetivos incluidos en el modelo SR de sistema son analizados y agrupados en actores que representan dominios atómicos. Los objetivos son asociados en grupos de servicios bien definidos. Las relaciones entre los diferentes actores que estructuran la arquitectura base del sistema, son descritas en base a la dirección de las asociaciones medio–fin existentes entre los objetivos incluidos en cada uno de ellos“.

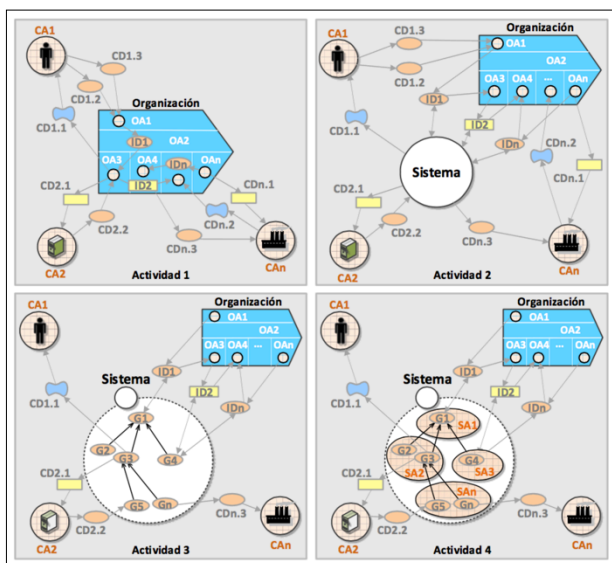


Fig. 2. Actividades del Método DHARMA.

III. ARQUITECTURA GENÉRICA DE SI MOOC

Para definir la Arquitectura Genérica de SI MOOC fue necesario levantar un modelo de organización genérico para Servicios de Educación MOOC (SEM) orientado a brindar educación en esta modalidad de e-learning, esta actividad se realizó en base a literatura revisada [4], [5], [6], [7], [8], [9] y [10], centrandó el análisis en los procesos clave para brindar la prestación del servicio, lo que estableció un vocabulario único de términos del dominio MOOC. A continuación se presenta el desarrollo de las cuatro actividades del método DHARMA:

Actividad 1: Modelado del entorno de la organización

Este análisis hace evidentes los diversos actores del entorno (CA) y las áreas organizacionales (OA) que la estructuran. Los

actores son identificados en relación a las fuerzas de mercado (ver Fig. 3) y analizados en relación a cada área organizacional en la cadena de valor, con el fin de identificar necesidades estratégicas entre ellos (Dependencias de Contexto -CD-). Además las áreas organizacionales son analizadas entre ellas con el objetivo de identificar sus interacciones estratégicas (Dependencias Internas -ID-). El resultado de la actividad es un modelo de entorno de la organización representado a través de una gráfica (ver Fig. 4).

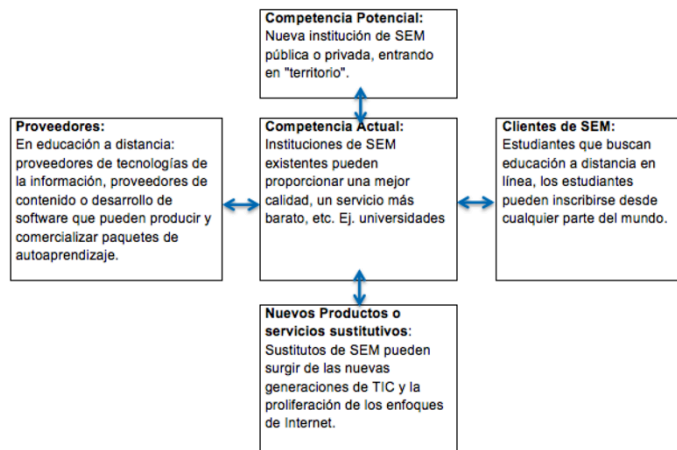


Fig. 3. Fuerzas de Porter para un modelo de organización genérico de SEM

1.1 Identificación de los actores y sus necesidades estratégicas:

En la identificación de actores de contexto (CA), se empleó la descripción de [4], y en la identificación de los actores del entorno se empleó el modelo de las 5 Fuerzas de Porter del Análisis de la Cadena de Valor de la Educación en Línea de [5] adaptado a SEM (ver Fig. 3), luego se clasificaron los actores como indica la Tabla I. Así mismo, se identificaron actores internos de la organización a través de la Cadena de Valor del mismo estudio adaptado a SEM para describir el desarrollo de las actividades primarias y de soporte que generan valor en este tipo de organizaciones. Los actores se categorizan en la Tabla II de acuerdo a las actividades dentro de los SEM.

Tabla I. ACTORES DEL ENTORNO DE UNA ORGANIZACIÓN DE SEM

Actores	Tipo	Descripción
Alumno	Persona	Persona que requiere un servicio de formación MOOC.
Tutor	Persona	Facilitador de un MOOC, capacitado en tutoría virtual.
Maestro	Persona	Diseña y evalúa un MOOC.
Proveedor de TI	Persona u organización	Proveedores de hardware o software para aprendizaje
Proveedor de Contenido	Persona u organización	Proveedor que elabora recursos educativos de software.
Políticos	Personas u organización	Son quienes determinan políticas dentro del panorama educativo.
Capitalistas de riesgo	Personas u organización	Son quienes esperan obtener un retorno de la inversión.

Tabla II. ACTORES INTERNOS Y SUS ACTIVIDADES DENTRO DE SEM

Actores	Actividad	Descripción
Dpto. TI	- Logística de Entrada - Operaciones	Departamento encargado del mantenimiento y operación de la infraestructura de aprendizaje.
Productores de Contenidos	- Operaciones	Encargado de generar recursos o material didáctico bajo un diseño instruccional usando tecnología.
Gestores Institucionales	- Soporte - Logística	Son quienes administran las ofertas educativas institucionales.
Dpto. Mercadeo	- Marketing y Ventas	Realiza estudios de mercado sobre necesidades de formación MOOC y publica planes y cursos.

1.2 Identificación de las dependencias entre los actores del entorno y la organización:

- Primero se identificaron los objetivos para los cuales los actores de entorno dependen de la organización y viceversa, y se representaron en un modelo de dependencias estratégicas tipo objetivo (SD) con i^* . Se omitieron las dependencias que no involucran a la organización, por ejemplo la existente entre el alumno y el tutor. El modelo debe mantenerse lo más simple posible enfocándose solamente en las dependencias entre los actores del entorno y la organización.
- Luego se identificaron los recursos necesarios para satisfacer el cumplimiento de los objetivos propuestos modelándolos como dependencias de tipo recurso, recordando que los recursos pueden ser físicos o información.

- A continuación se analizó cada dependencia sobre la organización que sea de tipo objetivo en relación a catálogos de requisitos no funcionales, como son las características y subcaracterísticas del estándar ISO/IEC 25010, con el propósito de identificar dependencias de tipo objetivo-blando consideradas fundamentales para su consecución.
- Finalmente, se prescindió del uso de dependencias de tipo tarea debido a que pueden ser muy prescriptivas y puede de alguna manera comprometer la objetividad del proceso. Los resultados se representan de forma gráfica en el modelo SD de la Figura 4.

Actividad 2: Modelado del entorno del SI

Una vez concluido el modelado del entorno de la organización, se analizó el impacto que la introducción de un sistema tendría sobre los elementos incluidos en el mismo (en general, un sistema podría ser software, hardware o hardware con software embebido). En el caso particular de los SEM, el sistema a modelar es un Sistema MOOC, lo cual de partida permite intuir que varios de sus componentes serán puramente software.

Para construir un modelo de entorno del sistema, se parte del modelo de entorno de la organización, para identificar las dependencias relacionadas con el sistema y cuáles no estarían relacionadas con el sistema. Dos sub-actividades fueron requeridas para este propósito: la identificación de dependencias relevantes para el sistema y la identificación de nuevos actores en el entorno del sistema.

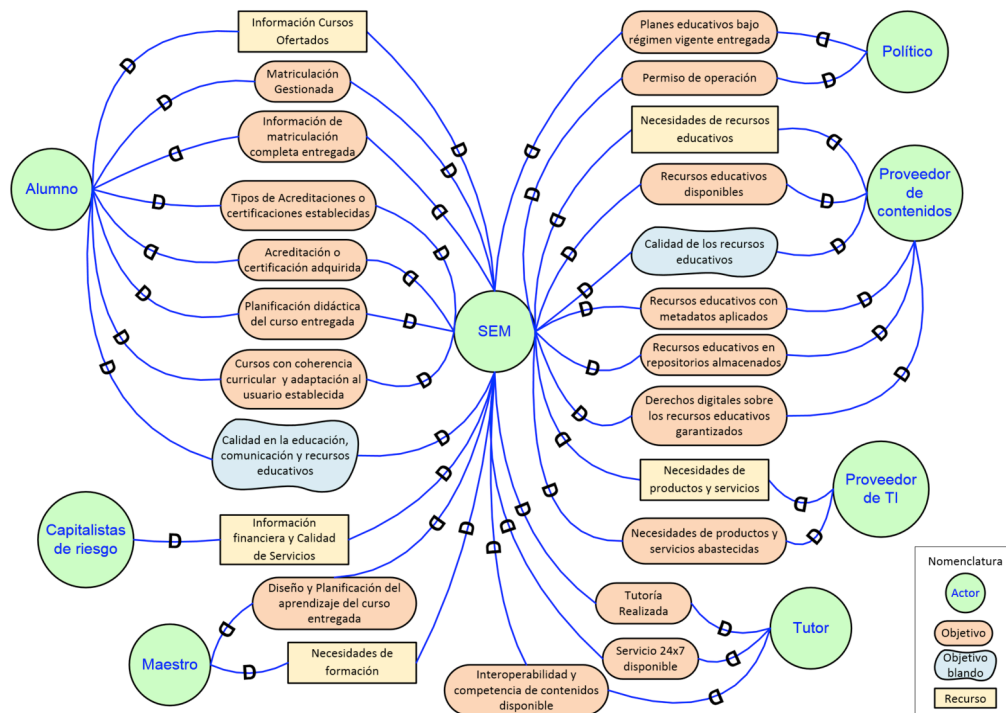


Fig. 4. Modelo SD del entorno de la organización

2.1 Identificación de dependencias relevantes para el sistema

En esta actividad las dependencias incluidas en el modelo de entorno de la organización se analizaron una a una de manera sistemática para determinar si se mantenían en el modelo de entorno del sistema de información (aquellas que podrían ser satisfechas por el sistema para el caso de dependencias entrantes en las que el sistema actúa como dependee o que serían necesarias para su operación en el caso de dependencias salientes en las que el sistema actúa como dependier). En caso afirmativo la dependencia fue redireccionada al sistema de información y la organización fue relevada de su rol sobre la misma, por ejemplo, el recurso Información de cursos ofertados, o el objetivo Servicio 24x7 disponible, de los actores Alumno y Tutor respectivamente, que recaían sobre la organización SEM (ver Fig. 4) pasaron a ser responsabilidad del Sistema MOOC (ver Fig. 5), en caso contrario la dependencia fue removida del modelo, por ejemplo el actor Político y su objetivo asociado Permiso de Operación donde la organización es la que requiere un permiso de concesión para operar los servicios concesionados, pero esto es transparente para el Sistema MOOC.

2.2 Identificación de actores adicionales en el entorno del sistema

Se puede deducir de los párrafos anteriores, que el modelo de entorno del sistema incluye un subconjunto de los actores y dependencias del modelo de entorno de la organización. Ahora bien, en el entorno del sistema pueden existir otros actores que no necesariamente participan en el entorno de la organización.

Al incorporarse el sistema de información, la organización pasa a ser un actor en su entorno, ya que lo requiere para satisfacer un conjunto de dependencias estratégicas, por ejemplo, el objetivo de Información de los Cursos para toma de decisiones.

Por otro lado, otros actores en el entorno del sistema fueron identificados. Este fue el caso del actor Administrador Sistema MOOC (ver Fig. 5), cuya intencionalidad respecto al sistema se describe con los objetivos blandos Fácil Administración y Monitorizar el Consumo de Recursos. De la misma manera el sistema depende del administrador para satisfacer un conjunto de dependencias estratégicas entre las que se encuentra la provisión de los Parámetros de Operación (modelado como un recurso), el objetivo blando Mantener un Buen Rendimiento y la tarea Recuperar en caso de Falla.

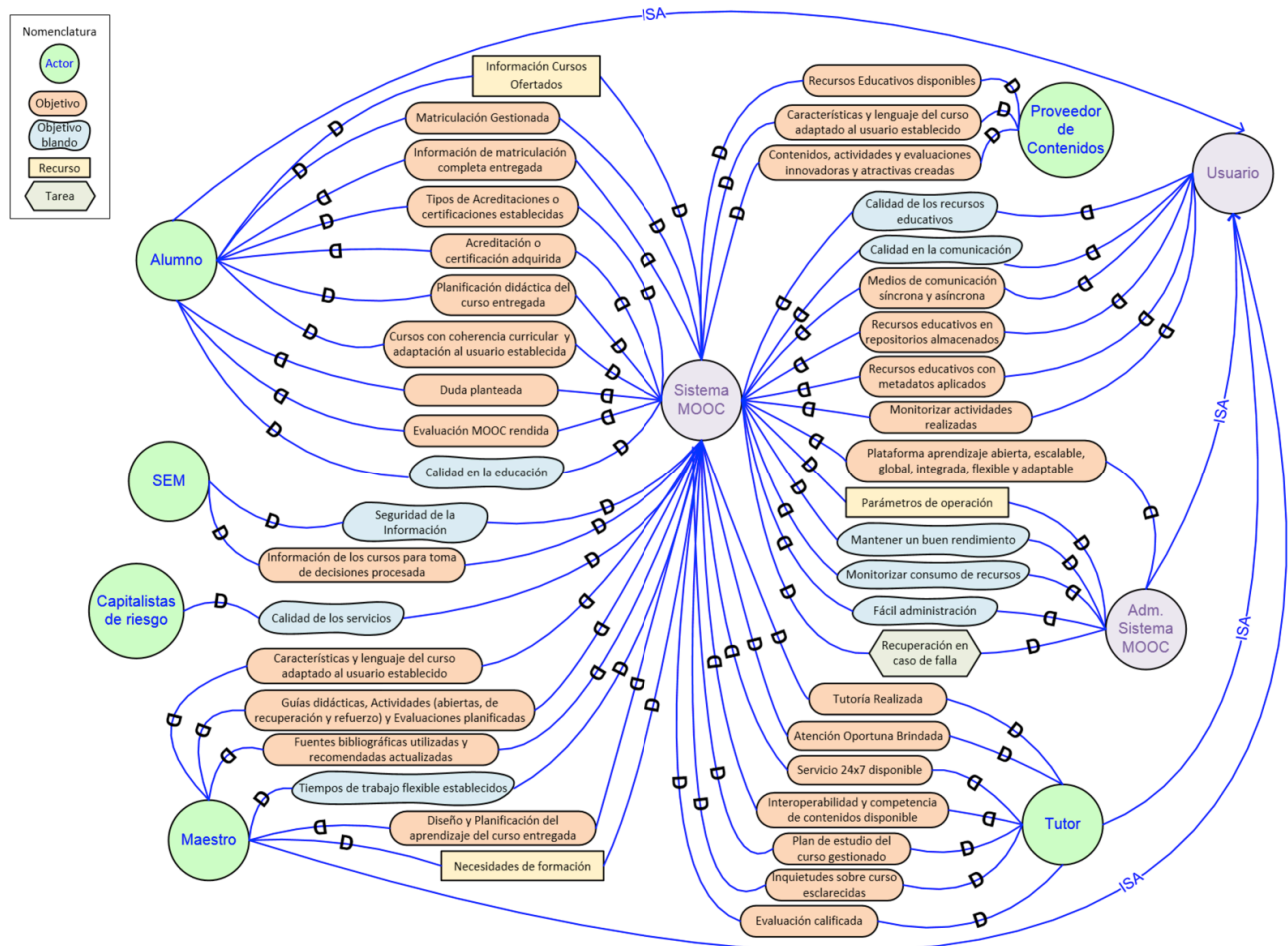


Fig. 5. Diagrama SD del Modelado del entorno del Sistema de Información

Actividad 3: Descomposición de los Objetivos del SI

El modelo de entorno del sistema permite comprender lo que los actores en su entorno esperan de él. Sin embargo, la identificación de los servicios específicos que debe proveer, requiere un examen más profundo, para lo cual se emplea los modelos SR con i^* . En esta actividad se descompone el sistema mediante jerarquías medio-fin, de tipo objetivo-objetivo, ya que éstas describen la funcionalidad (servicios) que el sistema debe proveer a los actores en su entorno. Se empleó la siguiente guía metodológica:

- Se identificó el principal objetivo del sistema graficándolo como el objetivo raíz del diagrama.
- Luego se redujo este objetivo en sub-objetivos mediante vínculos objetivo-objetivo, en relación a las principales áreas funcionales que se espera que el sistema provea, ligándolos a las dependencias externas siempre que fueran apropiados. Esta descomposición se puede alcanzar explorando las dependencias que los actores de entorno tienen sobre el sistema.
- Por último, se repitió el paso anterior para cada uno de los sub-objetivos identificados, hasta que los sub-objetivos que se obtuvieron representen servicios atómicos. Una regla que permite validar la descomposición es que todos los objetivos que sean hojas en la jerarquía se encuentren ligados a por lo menos una dependencia de entorno. Si uno de estos objetivos no se encuentra ligado a alguna dependencia externa, entonces puede ser removido.

- El proceso se completa cuando todas las dependencias externas en el entorno del sistema han sido consideradas y ligadas a los sub-objetivos requeridos para ser satisfechas.

Nuevamente en este caso, es preferible obviar las descomposiciones de tareas porque estas representan “cómo” hacer algo, en lugar del “porqué” tiene que ser hecho, que es lo que requerimos para identificar los servicios que el sistema tiene que proveer. Las tareas se requieren cuando se intenta desarrollar un sistema desde cero, pues ellas prescriben de manera detallada como se debe alcanzar un objetivo. Por el contrario, los objetivos son importantes en la construcción de sistemas basados en componentes pues describen los servicios que deben ser cubiertos por los componentes disponibles en el mercado.

En el caso particular de los SEM, el objetivo raíz del sistema fue identificado como Servicios de Educación MOOC establecidos. Este objetivo fue descompuesto en seis sub-objetivos: Matriculación MOOC administrada, Servicios MOOC administrados, Planificación MOOC definida, Diseño y Desarrollo MOOC realizado, Enseñanza Aprendizaje MOOC proporcionados, y Evaluación MOOC realizada, los últimos cuatro sub-objetivos se plantearon en función de la guía metodológica para la elaboración de cursos MOOC en [11]. Los sub-objetivos fueron posteriormente descompuestos y reorganizados en otros más atómicos requeridos para satisfacer las dependencias con los actores del entorno. Los resultados de esta actividad se encuentran en el diagrama SR con la descomposición de los objetivos del sistema con i^* (ver Fig. 6).

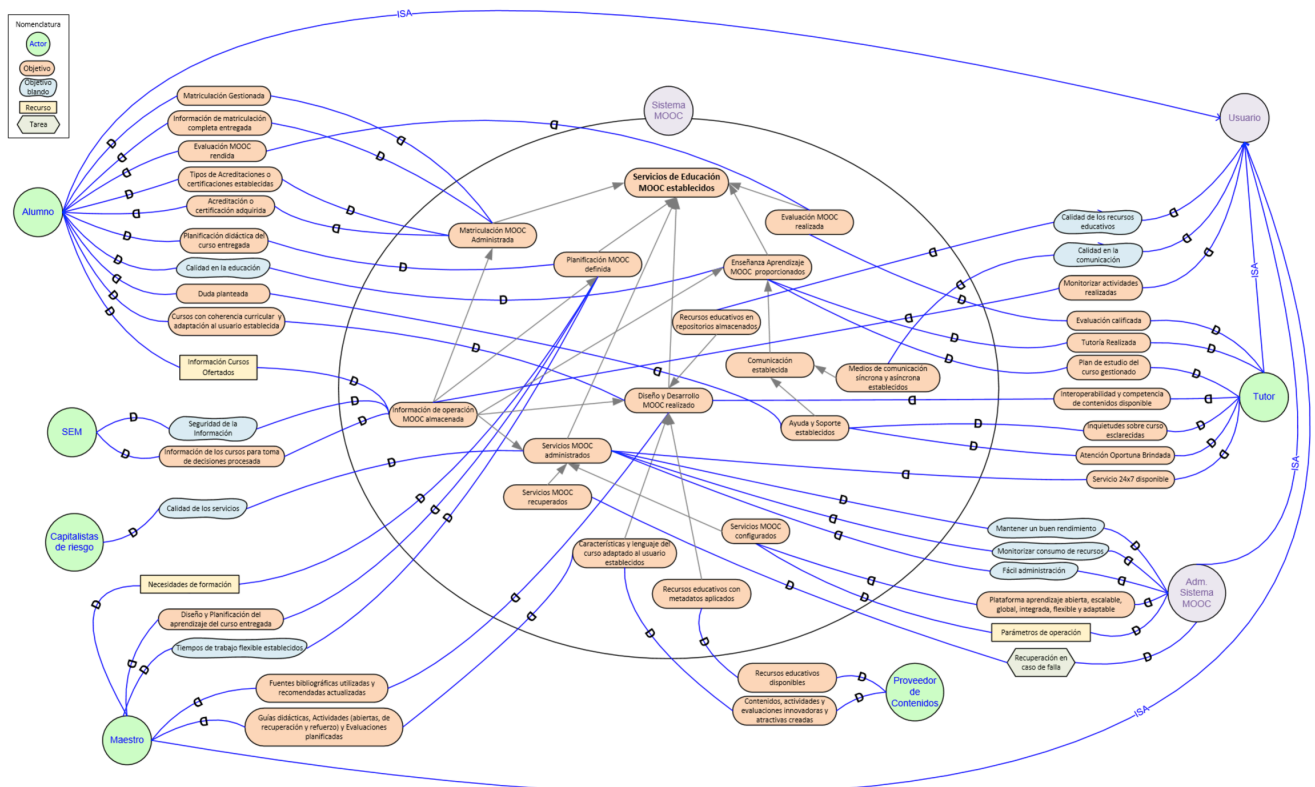


Fig. 6. Diagrama SR con la descomposición de los objetivos del sistema de información

Actividad 4: Identificación de la Arquitectura del SI

Finalmente, la última actividad del método DHARMA propone analizar los objetivos incluidos en el modelo SR del sistema (ver Fig. 6) y sistemáticamente agruparlos en actores del sistema, éstos representan dominios atómicos de componentes que cubren una parte de la funcionalidad considerada para el dominio MOOC. Típicamente los actores del sistema son software que pueden actuar como:

- *Actores centrales:* que proveen la funcionalidad central del sistema, debido a ello, en muchos casos el sistema completo adopta su nombre. La mayoría de las dependencias se encuentran ligadas a ellos.
- *Actores de soporte:* proveen servicios adicionales requeridos por los actores centrales del sistema. Tienen

vínculos de dependencia con actores centrales, pero no necesariamente entre ellos.

Se identificaron tres actores del sistema: Subsistema de Matriculación (S.M), Subsistema de Educación (S.E) y Subsistema de Administración (S.A) cuyos objetivos revelan los servicios que se espera que sean cubiertos.

El S.E. corresponde al enfoque pedagógico de los MOOC pues están estrechamente ligados al diseño curricular, actividades, evaluación, calidad de las características del aprendizaje, etc.; mientras que el S.M. y el S.A corresponden al enfoque tecnológico pues cubren lo referente a los elementos de acreditación, certificación, gestión, entre otros.

Los resultados de esta actividad se encuentran en el diagrama SR con la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC con i^* (ver Fig. 7).

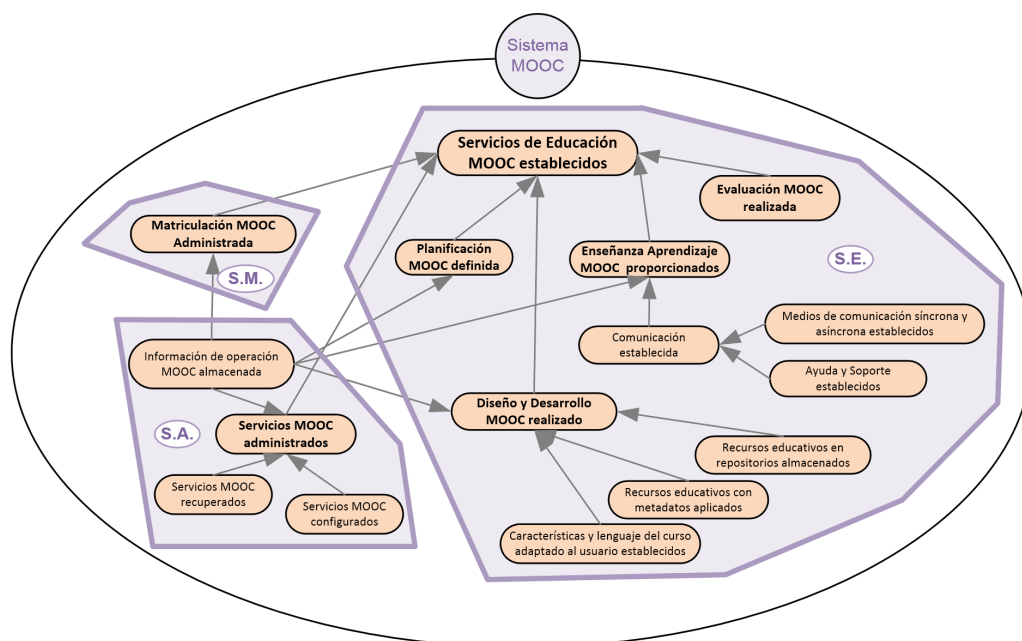


Fig. 7. Diagrama SR de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC.

IV. HACIA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE CALIDAD PARA MOOC EN BASE A SU ARQUITECTURA GENÉRICA

Los resultados de la sección anterior constituyen el primer paso del método IQMC propuesto en [2] para la construcción del QM para MOOC, es decir la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC responde directamente al estudio del ámbito MOOC.

El segundo paso del método IQMC consiste en la determinación de subcaracterísticas de calidad; teniendo en cuenta que partimos del catálogo ISO/IEC 25010, el añadido de subcaracterísticas se reformula ligeramente para adaptarlas al dominio MOOC, es decir a la Arquitectura Genérica encontrada, o se eliminan en el caso de subcaracterísticas no técnicas. En este estudio se agregan las subcaracterísticas de Matriculación, Educación y Administración que se corresponden con los tres subsistemas encontrados.

Para la selección de subcaracterísticas de calidad se analizan uno a uno los indicadores de calidad MOOC

encontrados desde la literatura y con base en la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC modelada con i^* , se categorizan y organizan dentro del catálogo ISO/IEC 25010; desarrollando los pasos restantes del método IQMC: el refinamiento de la jerarquía de subcaracterísticas, el refinamiento de subcaracterísticas en atributos, la descomposición de atributos derivados, el establecimiento de relaciones entre factores de calidad y la determinación de medidas para los atributos.

Por ejemplo, en [7] se señala como indicador de calidad pedagógica de los MOOC al “establecimiento de diferentes tipos de reconocimientos o acreditaciones/certificaciones: medallas, insignias, credenciales, certificados“. Este indicador corresponde a la característica de Adecuación Funcional del catálogo ISO/IEC 25010 (porque el software debe proporcionar funciones que satisfagan este requisito), dentro de la subcaracterística Completitud Funcional (porque es importante conocer el grado en el software cumple esta funcionalidad); por

otro lado, ubicándole en la jerarquía de subcaracterísticas creada en base a la Arquitectura Genérica, este indicador corresponde a la subcaracterística Matriculación (nivel 2), colocándose como subcaracterística de nivel 3 en Gestión de Acreditación/Certificación (ver Fig. 8), finalmente en este ejemplo, se definen los atributos así como las medidas correspondientes.

Característica	Subcaracterística 1	Subcaracterística 2	Subcaracterística 3	Atributo 1	Medida	Definición / Explicación heurística
Adecuación Funcional						
1.1	Completitud funcional.					Representa la capacidad del producto software para proporcionar funciones que satisfacen las necesidades declaradas e implícitas, cuando el producto se usa en las condiciones especificadas.
	1.1.1	Matriculación				Grado en el cual el conjunto de funcionalidades cubre todas las tareas y los objetivos del usuario especificados.
		1.1.1.1	Gestión de Alumnos			Conjunto de funcionalidades que debe proveer el sistema para la gestión de matriculación de alumnos, gestión de tutores y administradores en el sistema MOOC
		1.1.1.2	Gestión de Tutores			Funciones para administrar y organizar la información de los alumnos matriculados en cursos MOOC
		1.1.1.3	Gestión de Administradores			Funciones para administrar y organizar la información de los tutores de los cursos MOOC
		1.1.1.4	Gestión de Acreditación/Certificación			Funciones para administrar y organizar la información de los responsables de la gestión de alumnos, tutores, cursos MOOC en el sistema
			1.1.1.4.1	Crear Acreditación /Certificación	Verdadero o Falso	Funciones para establecer diferentes tipos de reconocimientos, acreditaciones o certificaciones: medallas, insignias, credenciales, certificados de participación, certificados de superación a los alumnos una vez concluido un curso MOOC
			1.1.1.4.2	Modificar Acreditación /Certificación	Verdadero o Falso	¿El sistema tiene la posibilidad de crear algún tipo de reconocimiento, acreditación o certificación por curso MOOC?
						¿El sistema tiene la posibilidad de modificar cualquier tipo de reconocimiento, acreditación o certificación por curso MOOC?

Fig. 8. Extracto del Modelo de Calidad de Software (QM) para MOOC

V. CONCLUSIONES

En este artículo hemos evidenciado la construcción de la Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC a partir del descubrimiento de requisitos de calidad encontrados en un conjunto relevante de trabajos relacionados con MOOC y el uso de un método riguroso. La Arquitectura Genérica define actores, servicios y relaciones estratégicas del SI MOOC, creando un marco de referencia que orienta a futuro la construcción de un QM para MOOC y con ello la base para desarrollar o evaluar una plataforma MOOC de calidad.

Para la determinación de la Arquitectura Genérica, se utilizó el método DHARMA basado en el uso de modelos orientados a objetivos y actores expresados en el lenguaje *i**, que facilitó la identificación de las necesidades estratégicas de un sistema de información MOOC en una organización desde un enfoque pedagógico; plasmando los servicios específicos que el sistema debe brindar desde un enfoque tecnológico.

La Arquitectura Genérica de Sistemas de Información MOOC, permitió desde la literatura identificar, seleccionar, definir y ubicar factores de calidad dentro de características y subcaracterísticas del estándar de calidad de productos de software ISO/IEC 25010, confirmando su aporte en la construcción del QM.

El proceso de construcción de la Arquitectura Genérica permitió también identificar un vocabulario único de términos del dominio MOOC en un lenguaje común, con un significado real y entendible a todas las definiciones que puede ser empleado en trabajos futuros.

REFERENCIAS

[1] Aguaded, I., & Medina-Salguero, R. (2015). Criterios de calidad para la valoración y gestión de MOOC. *RIED*, 18 (2), 119-143.

Para una mejor lectura e interpretación de los factores de calidad del QM, se incluye una columna con la definición o explicación heurística de cada característica, subcaracterística o atributo que forma parte del modelo de calidad de software para MOOC.

[2] Sánchez, M. (2016). Assessing the Quality of MOOC using ISO/IEC 25010. *IEEE Xplore, 2016 XI Latin American Conference on Learning Objects and Technology (LACLO)*, 442-445

[3] Carvallo, J., & Franch, X. (2009). Descubriendo la Arquitectura de Sistemas de Software Híbridos: Un Enfoque Basado en Modelos *i**. *Workshop on Requirements Engineering*, 45-56.

[4] Gráinne, C. (2013). Los MOOCs como tecnologías disruptivas: estrategias para mejorar la experiencia de aprendizaje y la calidad de los MOOCs. *Revista Científica de Tecnología Educativa*, 16-28.

[5] Elloumi, F. (2010). Value chain analysis: a strategic approach to online learning. En A. University, *Theory and Practice of Online Learning* (págs. 61-92). Athabasca, Canadá.

[6] Santiago Megual, A., Lloret Catalá, C., & Roig Vila, R. (2015). Validación del Cuestionario de evaluación de la calidad de cursos virtuales adaptado a MOOC. *RIED*, 18 (2), 145-169.

[7] Guerrero Romera, C. (2015). UMUMOOC Una propuesta de indicadores de calidad pedagógica para la realización de cursos MOOC. *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*, 231-236.

[8] Unidad de Tecnología Educativa e Innovación Docente. (15 de 10 de 2014). Guía metodológica para la planificación, diseño e impartición de MOOCs y SPOCs. Madrid, España.

[9] Gallego-Arrufat, M. G.-S.-S. (2015). Tendencias en la evaluación del aprendizaje en cursos en línea masivos y abiertos. *Educacion XXI*, 18 (2).

[10] Poy, R., & Gonzales-Aguilar, A. (13 de 01 de 2014). Factores de éxito de los MOOC, algunas consideraciones críticas. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 105-118

[11] Universidad Carlos III de Madrid. (2014). Guía Metodológica para la Planificación, Diseño e Impartición de MOOCs ySPOCs. Madrid, España: UTEID.