

UNIVERSIDAD DE CUENCA



Facultad de Ingeniería

Descubrimiento de patrones de interacción en cursos MOOC en entornos ONLINE: Un enfoque utilizando Minería de Procesos. Caso de Estudio: “Curso de la metodología DICREVOA en Open edX”

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas

AUTORES:

Palta Morocho René Andrés

Vázquez Mendoza Jorge Alberto

DIRECTOR(ES):

Ing. Jorge Javier Maldonado Mahauad, Mgti, Mtiae

Ing. Jorge Luis Bermeo Conto, Msc.

Cuenca - Ecuador

2016



RESUMEN

Los Cursos Abiertos Masivos y en Línea (Massive Open Online Courses – MOOC en inglés) abren la oportunidad a estudiantes de todo el mundo de acceder a contenidos de calidad, de forma atemporal y flexible. Sin embargo, muchos de quienes se inscriben en un MOOC no logran terminarlo. Este se debe a que, por un lado, estudiar en este tipo de entornos en línea requiere que los estudiantes sean capaces de auto gestionarse de forma efectiva durante su aprendizaje. Por otro lado, las plataformas actuales de MOOC no brindan el apoyo suficiente para que los estudiantes logren terminar los cursos. En un MOOC, donde la heterogeneidad de los participantes es una constante, la autorregulación del aprendizaje es clave para lograr terminarlos con éxito. Pero, no todos los estudiantes utilizan de forma efectiva las distintas estrategias de autorregulación durante su proceso de aprendizaje. A esto se suma, la preferencia individual de cada estudiante para aprender, es decir, su estilo de aprendizaje. El objetivo de este estudio es explorar la secuencia de actividades que realizan los participantes en un MOOC y determinar las diferencias en las secuencias de actividades entre los participantes con distintos niveles de autorregulación y diferentes estilos de aprendizaje. Para lograrlo, en este estudio se analizan los logs con las trazas de datos de un curso MOOC y utilizando técnicas de minería de procesos junto con autorreportes combinados, se extraen patrones de secuencias de actividades de los estudiantes. Los hallazgos muestran que los participantes con diferentes perfiles de autorregulación realizan secuencias de actividades similares, pero con diferente intensidad, mientras que los participantes con distintos estilos de aprendizaje realizan secuencias de actividades diferentes cuando avanzan en un MOOC. Estos resultados pueden servir para apoyar la toma de decisiones futuras con respecto al diseño del curso y de la plataforma.

Palabras Clave: MOOC, MINERÍA DE PROCESOS, SRL, EA, AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE, ESTILOS DE APRENDIZAJE.



ABSTRACT

Massive Open Online Courses (MOOC) open the opportunity for students around the world to access to high quality content, timeless and flexible. However, many people who enroll in a MOOC fail to finish. This is because, on the one hand, studying in these online environments requires students are able to self-regulate effectively for their learning. On the other hand, current MOOC platforms do not provide enough support for students to achieve finish the courses. In a MOOC, where the heterogeneity of the participants is a constant, self-regulated learning it is key to successfully complete them. But not all students effectively use the various self-regulatory strategies during their learning process. To this is added, the individual preference of each student to learn, that is, their learning style. The aim of this study is to explore the sequence of activities that the participants in a MOOC and determine differences in the sequences of activities among participants with different levels of self-regulation and different learning styles. To achieve this, in this study the logs are analyzed with traces of data from a MOOC course and using process mining techniques combined with self-reports, sequence patterns of student activities are extracted. The findings show that participants with different self-regulatory profiles perform sequences similar but with different intensity, while participants with different learning styles perform sequences different of activities when moving in a MOOC. These results may serve to support future decisions regarding the design of the course and platform.

Keywords: MOOC, PROCESS MINING, SRL, EA, SELF-REGULATION OF LEARNING, LEARNING STYLES.



Contenido

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
Agradecimientos	15
Dedicatoria	16
Dedicatoria	17
Capítulo 1 : Introducción	18
1.1 Panorama General	18
1.2 Planteamiento del Problema y Justificación	18
1.3 Objetivos del Trabajo.....	20
1.3.1 Objetivo General.....	20
1.3.2 Objetivos Específicos	21
1.4 Metodología de Investigación	21
1.5 Estructura de la Tesis	22
Capítulo 2 : Cursos Abiertos Masivos en Línea (MOOC)	24
2.1 Introducción.....	24
2.2 ¿Qué son los MOOC?	24
2.3 Clasificación de los MOOC.....	25
2.4 Características de los MOOC	26
2.5 Ventajas y Desventajas de un MOOC	27
2.6 Recapitulación.....	28
Capítulo 3 : Plataformas MOOC	29
3.1 Introducción.....	29
3.2 ¿Qué son las Plataformas MOOC?	29
3.3 Características de las Plataformas MOOC	30
3.4 Estudio Comparativo de las plataformas MOOC	30
3.4.1 Filtro de las Plataformas MOOC de las fuentes seleccionadas.	31
3.4.2 Descripción de las características de las plataformas MOOC seleccionadas	34
3.4.3 Descripción de las plataformas MOOC seleccionadas.....	39
3.4.4 Diagramas de clase de las plataformas MOOC	42
3.5 Estructura de las Plataformas MOOC.....	48
3.6 Selección de la plataforma MOOC a ser utilizada en el caso de estudio.	53
3.7 Recapitulación.....	53
Capítulo 4 : Autorregulación del Aprendizaje y Estilos de Aprendizaje.....	55



4.1	Introducción.....	55
4.2	Autorregulación del Aprendizaje.....	55
4.3	Estilos de Aprendizaje.....	57
4.3.1	Clasificación de los Estilos de Aprendizaje.....	57
4.4	Recapitulación.....	59
Capítulo 5 : Plataforma Open edX.....		60
5.1	Introducción.....	60
5.2	Características Principales.....	60
5.3	Arquitectura de Open edX.....	61
5.4	Estructura de la Base de Datos de Open edX.....	64
5.4.1	MongoDB.....	64
5.4.2	MySQL.....	66
5.4.3	Archivo Tracking.log.....	68
5.5	Requerimientos de Hardware e Instalación.....	75
5.5.1	Requerimientos de Hardware.....	75
5.5.2	Proceso de Instalación.....	75
5.5.3	Proceso Post Instalación.....	77
5.6	Recapitulación.....	79
Capítulo 6 : Minería de Procesos.....		80
6.1	Introducción.....	80
6.2	Minería de Procesos.....	80
6.2.1	Concepto de Minería de Proceso.....	80
6.2	Características Principales de la Minería de Procesos.....	82
6.3	Principales Algoritmos de Minería de Procesos.....	85
6.4	Análisis Comparativo de Herramientas para Minería de Procesos.....	86
6.5.1	Celonis Discovery.....	86
6.5.2	Fluxicon Disco.....	87
6.5.3	ProM.....	87
6.5.4	Comparativa de Herramientas de Minería de Procesos.....	88
6.5	Recapitulación.....	90
Capítulo 7 : Caso de Estudio.....		91
7.1	Introducción.....	91
7.2	Definición del Caso de Estudio.....	91
7.2.1.	Objetivo.....	91
7.2.2.	Contexto.....	91



7.2.3. Curso MOOC	91
7.2.4. Mediciones e instrumentos	93
7.3 Recogida de datos	95
7.3.1. Metodología seguida para aplicar Minería de Procesos	95
7.4 Interpretación de Resultados.....	115
7.5 Recapitulación.....	123
Capítulo 8 : Conclusiones y Trabajos Futuros.....	124
8.1 Conclusiones Finales	124
8.2 Líneas de Trabajo Futuro	127
8.3 Trabajos Derivados	128
Referencias	129



Índice de Tablas

Tabla 3-1 Plataformas MOOC según la RISTI.	31
Tabla 3-2 Plataformas descartadas de la RISTI.....	32
Tabla 3-3 Plataformas MOOC seleccionadas de la RISTI.	32
Tabla 3-4 Plataformas MOOC según MOOC-LIST.COM.	33
Tabla 3-5 Plataformas descartadas de la fuente MOOC-LIST.COM.....	33
Tabla 3-6 Plataformas seleccionadas de MOOC-LIST.COM.	34
Tabla 3-7 Características de las plataformas MOOC seleccionadas.	36
Tabla 3-8 Plataformas MOOC por el número de estudiantes involucrados.....	38
Tabla 3-9 Plataformas MOOC seleccionadas para el estudio en base a su número de estudiantes y cursos. Fuente: Elaboración Propia	38
Tabla 3-10 Elementos que conforman un MOOC	50
Tabla 3-11 Selección de términos a ser utilizados en el diagrama de clases general para plataformas MOOC. Fuente: Elaboración Propia	51
Tabla 5-1 Campos Comunes de los Eventos.	71
Tabla 5-2 Sub-campos del campo Context para todos los eventos.	71
Tabla 5-3 Campos adicionales de eventos específicos.....	71
Tabla 5-4 Eventos de inscripción. Fuente: Elaboración Propia	72
Tabla 5-5 Campos relacionados con la inscripción de los participantes.	73
Tabla 5-6 Eventos de navegación de los participantes en un curso MOOC. ...	73
Tabla 5-7 Campos de identificación de pestañas dentro del curso MOOC.	73
Tabla 5-8 Tabla de los elementos de la colección Modulestore.structure.	74
Tabla 5-9 Cuentas de Usuario por Defecto Open edX.	79
Tabla 6-1 Comparación de Herramientas para Minería de Procesos.....	89
Tabla 7-1 Distribución por edades.....	93
Tabla 7-2 Distribución por genero	93
Tabla 7-3 Distribución por nivel académico.....	93
Tabla 7-4 Estrategias del cuestionario.	94
Tabla 7-5 Estadística para la confiabilidad del cuestionario de SRL.	96



Índice de Imágenes

Imagen 3-1 Cursos por cada plataforma.	37
Imagen 3-2 Estudiantes por cada plataforma.....	37
Imagen 3-3 Tendencias de búsqueda en Google Trends	39
Imagen 3-4 Diagrama de clases de Coursera.....	42
Imagen 3-5 Diagrama de clases de edX.....	43
Imagen 3-6 Diagrama de clases de ALISON.....	44
Imagen 3-7 Diagrama de clases de FutureLearn.....	45
Imagen 3-8 Diagrama de clases de MiriadaX.....	46
Imagen 3-9 Diagrama de clases de OpenLearning.....	47
Imagen 3-10 Diagrama genérico para plataformas MOOC.....	52
Imagen 5-1 Logo de Open edX:	60
Imagen 5-2 Arquitectura de la plataforma Open edX.....	61
Imagen 5-3 Arquitectura de xBlocks.....	62
Imagen 5-4 Interacción del LMS con XQUEUE y ORA.....	63
Imagen 5-5 Documento Tipo "Course" en MongoDB.....	65
Imagen 5-6 Tablas de ejemplo de la base de datos edxapp.....	67
Imagen 5-7 Tablas de la base de datos edxapp.....	68
Imagen 5-8 Registro de eventos extraído de Open edX.....	68
Imagen 5-9 Archivo de ejemplo de Tracking.log – Información personal de los participantes anonimizada (Rectángulos en blanco)	69
Imagen 5-10 Visualización archivo tracking.log con un visor de JSON - Información personal de los participantes anonimizada (Rectángulos en blanco)	70
Imagen 5-11 Estructura de la colección Modulestore.structures.....	74
Imagen 5-12 Comandos Paso 0.....	76
Imagen 5-13 Comando Paso 1.....	76
Imagen 5-14 Comando Paso 2.....	76
Imagen 5-15 Proceso de Instalación Primera Parte. Fuente: Elaboración Propia	76
Imagen 5-16 Comando Paso 3.....	77
Imagen 5-17 Resultado Final del Proceso de Instalación.....	77
Imagen 5-18 LMS de la Plataforma Open edX.....	78
Imagen 5-19 CMS edX Studio.....	78
Imagen 6-1 Tipos de minería de procesos en términos de entradas y salidas: (a) descubrimiento, (b) verificación de conformidad y (c) mejoramiento.....	81



Imagen 6-2 Entorno de Celonis Discovery.	86
Imagen 6-3 Entorno de Fluxicon Disco.	87
Imagen 6-4 Entorno de ProM. Fuente: https://fluxicon.com/	88
Imagen 7-1 Estructura del Curso.....	92
Imagen 7-2 Flujo de participantes durante las 4 semanas del curso.....	93
Imagen 7-3 Etapas para generar el Modelo de Proceso, adaptado del PM ² (van Eck et al., 2015).	96
Imagen 7-4 Ejemplo de las tablas de la base de datos de Open edX.....	97
Imagen 7-5 Estructura - Archivo tracking.log - Información personal de los participantes anonimizada (Rectángulos en blanco)	98
Imagen 7-6 Fragmento del LOG de eventos. Interacción del estudiante a nivel de sesiones (Micro).	99
Imagen 7-7 Fragmento del LOG de eventos. Interacción del estudiante con las lecciones del curso en las 4 semanas (Macro).....	100
Imagen 7-8 Log de eventos a nivel macro.	101
Imagen 7-9 Filtro para participantes nivel alto de autorregulación	101
Imagen 7-10 Filtro para participantes nivel medio de autorregulación	101
Imagen 7-11 Modelo de proceso nivel de autorregulación (a) alto (b) medio.	104
Imagen 7-12 Log de eventos a nivel micro.....	105
Imagen 7-13 Modelo de procesos a nivel micro para los participantes con nivel alto(a) y medio (b)	105
Imagen 7-14 Log de eventos a nivel macro	106
Imagen 7-15 Filtro para participantes con un estilo de aprendizaje activo	106
Imagen 7-16 Filtro para participantes con un estilo de aprendizaje Reflexivo	107
Imagen 7-17 Filtro para participantes con estilo de aprendizaje Teórico	107
Imagen 7-18 Filtro para participantes con estilo de aprendizaje Pragmático	107
Imagen 7-19 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes con estilo de aprendizaje activo	108
Imagen 7-20 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes con estilo de aprendizaje reflexivo	109
Imagen 7-21 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes con estilo de aprendizaje teórico	110
Imagen 7-22 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes con estilo de aprendizaje pragmático	111
Imagen 7-23 Modelo de procesos a nivel micro con estilo de aprendizaje activo(a) reflexivo (b).....	112
Imagen 7-24 Modelo de procesos a nivel micro con estilo de aprendizaje teórico(a) pragmático (b)	112




Imagen 7-25 Log de eventos a nivel macro	113
Imagen 7-26 Filtro para los participantes que completan el curso	113
Imagen 7-27 Filtro para los participantes que no completan el curso	113
Imagen 7-28 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes: (a) completan y (b) no completan.	114
Imagen 7-29 Secuencia de Actividades de los módulos 3 y 4 del MOOC, para los participantes con SRL alto (a) y medio (b).....	116
Imagen 7-30 Modelo de Procesos para participantes con SRL Alto (a) y Medio (b).....	117
Imagen 7-31 Nivel Micro Estilos de aprendizaje (a) Activo, (b) Teórico, (c) Reflexivo y (d) Pragmático	118
Imagen 7-32 Modelo de Procesos - Participantes EA Activo	120
Imagen 7-33 Media de las estrategias SRL de los participantes en base a sus EA	120
Imagen 7-34 Modelos de proceso para participantes (a) Pragmáticos y (b) teóricos.....	121
Imagen 7-35 Modelos de procesos de los módulos 2, 3 y 4 del MOOC para participantes con EA reflexivo.	122
Imagen 7-36 Modelos de procesos para participantes que (a) completan el curso y (b) que no completan el curso.	122



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Jorge Alberto Vázquez Mendoza, autor de la tesis “Descubrimiento de patrones de interacción en cursos MOOC en entornos ONLINE: Un enfoque utilizando Minería de Procesos. Caso de Estudio: Curso de la metodología DICREVOA en Open edX”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 10 de octubre del 2016



Jorge Alberto Vázquez Mendoza

C.I: 0302476601



Jorge Alberto Vázquez Mendoza, autor de la tesis “Descubrimiento de patrones de interacción en cursos MOOC en entornos ONLINE: Un enfoque utilizando Minería de Procesos. Caso de Estudio: Curso de la metodología DICREVOA en Open edX”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero en Sistemas. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor

Cuenca, 10 de octubre del 2016

Jorge Alberto Vázquez Mendoza

C.I: 0302476601



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

René Andrés Palta Morocho, autor de la tesis "Descubrimiento de patrones de interacción en cursos MOOC en entornos ONLINE: Un enfoque utilizando Minería de Procesos. Caso de Estudio: Curso de la metodología DICREVOA en Open edX", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 10 de octubre del 2016

René Andrés Palta Morocho

C.I: 0106512072



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

René Andrés Palta Morocho, autor de la tesis "Descubrimiento de patrones de interacción en cursos MOOC en entornos ONLINE: Un enfoque utilizando Minería de Procesos. Caso de Estudio: Curso de la metodología DICREVOA en Open edX", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero en Sistemas. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor

Cuenca, 10 de octubre del 2016

René Andrés Palta Morocho

C.I: 0106512072



Agradecimientos

Queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a los ingenieros Jorge Javier Maldonado Mahauad y Jorge Luis Bermeo Conto por el apoyo desinteresado e incondicional brindado durante el desarrollo de este trabajo de titulación. Les agradecemos por brindarnos su tiempo, dedicación y paciencia desde el inicio de este proyecto el cual conlleva a ser un pilar fundamental en nuestro desarrollo profesional y personal.

Ustedes han inculcado en nosotros un sentido de seriedad, responsabilidad y exigencia académica sin las cuales no podríamos tener una formación completa como profesionales.

Agradecemos también al proyecto MOOC-Maker, con especial mención a María del Mar Pérez y Jorge Muñoz-Gama, quienes nos han brindado su apoyo durante el desarrollo de este trabajo de titulación desde la Pontificia Universidad Católica de Chile, gracias por la confianza y el apoyo puestos en nuestro trabajo el cual nos ha permitido seguir avanzando en nuestra vida académica.

Finalmente, agradecemos a todas las personas allegadas a nosotros que de una u otra manera nos brindaron su apoyo con el fin de culminar exitosamente este trabajo de titulación.

René, Jorge



Dedicatoria

Primeramente, dedico este trabajo de titulación a toda mi familia, en especial a mis padres Jorge y Blanca quienes han sabido guiar mi camino desde el inicio de mi existencia por el sendero de la bondad, la tolerancia y el respeto hacia mis semejantes; gracias Mamá por ser el pilar fundamental de mi formación personal y profesional, por ser el ejemplo a seguir en la lucha por vivir honrada y justamente; gracias Papá por iluminar mi camino desde la eternidad, por interceder desde donde descansas en paz por mi bienestar y mi futuro.

Agradezco también a mi querida hermana Valeria, por ser mi compañera y amiga durante toda mi vida, gracias por todos los momentos y recuerdos que tengo creciendo a tu lado, gracias por ser mi ejemplo a seguir en responsabilidad y dedicación, gracias por existir y ser quien eres, mi hermana.

Le dedico también este trabajo a mis queridos y honorables abuelitos Alberto, Segundo, Rosa y Aurora, en especial a mi querida abuelita Rosa, quien en su reciente partida dejó un vacío en todos nuestros corazones, pero a sabiendas de que se encuentra en la gracia del señor su recuerdo vivirá por siempre y será un ejemplo de lucha y fortaleza para todos sus descendientes, a mi sobrino Jaime Esteban quien con su inocencia y cariño ha sabido darme las fuerzas suficientes para continuar cuando creía que no podía más.

Finalmente, a mis estimados compañeros y amigos de clase, por todos los momentos vividos, por todas las dificultades que supimos afrontar en este camino hacia el futuro.

Jorge



Dedicatoria

Este trabajo en primer lugar va dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para no desmayar en las adversidades de la vida.

A mi querida madre, por ser el pilar fundamental en este largo camino, por su apoyo, por su gran amor que ha sido fundamental para nunca rendirme y perseverar ante cualquier problema, por ser un ejemplo en mi vida y por sus invaluable consejos que me han formado como persona y como profesional.

A mis hermanos, Christian y Ana por su infinito amor, por ser un apoyo constante y nunca permitir que me diera por vencido.

También les dedico a todos mis compañeros que durante todos estos años han venido compartiendo momentos y anécdotas que perdurarán durante toda la vida.

René



Capítulo 1 : Introducción

1.1 Panorama General

En este trabajo de titulación se explora la forma en cómo los estudiantes en un Curso Abierto en Línea y Masivo (MOOC – en inglés), basados en sus perfiles de autorregulación y sus estilos de aprendizaje, realizan una secuencia de actividades mientras avanzan en su estudio. El estudio de estas secuencias de actividades permitirá develar patrones de interacción de los estudiantes en el MOOC. Para determinar estos patrones, se hace uso de técnicas de minería de procesos que permiten procesar los eventos capturados por la plataforma y que son el resultado de la interacción de los estudiantes con el entorno de aprendizaje.

Este trabajo de titulación está enmarcado dentro de un proyecto de investigación llevado a cabo en la Universidad de Cuenca denominado: “Evaluación de un modelo de clase invertida basado en Objetos de Aprendizaje (OA) para disminuir el fracaso estudiantil a nivel universitario”.

1.2 Planteamiento del Problema y Justificación

La expansión del acceso a internet a nivel mundial ha generado un impacto positivo en la educación de las personas. Los MOOC se han convertido en una fuente de contenidos digitales para todos que pueden ser abordados de forma atemporal y desde cualquier lugar. En este sentido, los MOOC ofrecen contenidos de calidad a millones de personas en todo el mundo, proporcionando nuevas oportunidades para aprender.

Las investigaciones más recientes reportan que entre 2012 y 2015 se inscribieron a un MOOC cerca de 25 millones de personas (Zhenghao et al., 2015). De hecho, de acuerdo con un reporte reciente del proyecto MOOC-Maker, los MOOC ya no solo se producen en USA y Europa, sino que América Latina se ha sumado a la ola a gran velocidad (Pérez-Sanagustín, Maldonado, & Morales, 2016). Sin embargo, solo una pequeña parte de quienes inician un MOOC logran terminar el curso, dejando a miles de estudiantes comprometidos sin alcanzar los objetivos propuestos. Esto se debe principalmente a tres



razones. En primer lugar, el carácter masivo y abierto de un MOOC atrae a una gran diversidad de estudiantes, cada uno con diferentes motivaciones, objetivos, intenciones, creencias y estilos de aprendizaje. Esta variedad de público dificulta la creación de experiencias de aprendizaje adaptadas a la heterogeneidad de perfiles (Raposo-Rivas, Martínez-Figueira, & Sarmiento-Campos, 2015). En segundo lugar, la estructura de los MOOC actuales proponen diseños instruccionales secuenciales, que fomenta que el estudiante avance de forma lineal en los contenidos del curso. Sin embargo, este diseño y la forma en la que se disponen los elementos del curso con los que interactúa el estudiante, no siempre favorece el desarrollo y uso de estrategias cognitivas adaptadas a su estilo de aprendizaje (Bahamón Muñetón, Vianchá Pinzón, Alarcón Alarcón, & Bohérquez Olaya, 2012). Y, en tercer lugar, el aprendizaje en un entorno en línea, y especialmente en un MOOC, requiere que los estudiantes sean capaces de enfrentarse al proceso de aprendizaje de forma autónoma, sin el apoyo de un profesor o tutor. En este contexto, su capacidad para autorregular el aprendizaje es clave para conseguir los objetivos personales y terminar con éxito el curso (Hew & Cheung, 2014).

La autorregulación del aprendizaje (SRL - inglés) puede ser entendida como un proceso interactivo organizado en tres fases: una fase preparatoria, una fase de completitud de la tarea y una fase de adaptación. Los estudiantes autorregulados se caracterizan por su habilidad de iniciar procesos cognitivos, meta cognitivos, afectivos, motivacionales y de comportamiento, con el fin de tomar las acciones necesarias que les permitan alcanzar las metas y perseverar hasta lograrlo (Puustinen & Pulkkinen, 2001a). Sin embargo, la forma en que se autorregulan los estudiantes está estrechamente ligada a su estilo de aprendizaje (EA). Los EA se definen como las actitudes y comportamientos que caracterizan la forma de aprender de una persona (Honey & Munford, 1986). En este contexto, es importante que un MOOC pueda atender las diferencias en las capacidades de SRL de los estudiantes. También resulta clave, conocer cuáles son los EA predominantes entre los estudiantes al momento de diseñar contenidos y actividades en un MOOC. Estos deberían tener la intencionalidad de ajustarse a sus preferencias y ser facilitadores del aprendizaje.

Tanto los EA como perfiles de SRL han sido estudiados ampliamente en la última década desde la perspectiva de las aptitudes (Bahamón Muñetón et al., 2012). Esto es, como un conjunto de habilidades que tienen los estudiantes. Una de las técnicas más utilizadas para identificar ambos los perfiles de SRL y



los EA son los cuestionarios de autorreporte (José Luis, José Antonio, & Catalina M, 2009). Sin embargo, existen muy pocos estudios que analicen estos perfiles desde el punto de vista de los procesos. Es decir, como el conjunto de secuencias de actividades que realiza un estudiante en el curso o la plataforma online.

En el contexto de un MOOC, el avance de las técnicas computacionales como la Minería de Procesos (MP) han permitido a los investigadores el descubrimiento de modelos de procesos, que son capaces de representar la secuencia de las actividades de aprendizaje como resultado de la interacción del estudiante con los materiales del curso (van Der Aalst, 2016), (van Der Aalst et al., 2011). Sin embargo, y como señala un estudio reciente del MOOC Research Institute, los trabajos en esta línea son aún pocos (Gasevic, Kovanovic, Joksimovic, & Siemens, 2014). Por otro lado, el trabajo desarrollado en el contexto de la SRL-MOOC; EA-MOOC con MP es poco. Más aún, existen pocos estudios que relacionen SRL y EA. Esto deja abierta las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Hay diferencia entre las secuencias de aprendizaje de los participantes con distintos perfiles de autorregulación (alto, medio y bajo)?
2. ¿Hay diferencia entre las secuencias de aprendizaje de los participantes con distintos estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático)?
3. ¿Hay diferencia entre las secuencias de aprendizaje que se observan entre los participantes que completan el curso en comparación con los participantes que no completan el curso?

1.3 Objetivos del Trabajo

A continuación, se describen los objetivos de la presente tesis:

1.3.1 Objetivo General

Explorar las secuencias de actividades que realizan los participantes en un MOOC y determinar las diferencias entre participantes con distintos niveles de autorregulación y estilos de aprendizaje, que permitan develar patrones de interacción.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1 Conocer los MOOC y sus características.
- 2 Conocer las plataformas tecnológicas que dan soporte a este tipo de cursos.
- 3 Entender el papel de la autorregulación de un participante de un MOOC.
- 4 Entender el papel de los estilos de aprendizaje de un participante de un MOOC.
- 5 Analizar la estructura de Open edX y su respectiva base de datos.
- 6 Aplicar las técnicas de minería de procesos para el descubrimiento de modelos de procesos que evidencien el flujo en las secuencias de actividades que los estudiantes realizan en un MOOC.
- 7 Explorar secuencias de actividades que permitan extraer patrones de comportamiento entre participantes con diferentes estilos de aprendizaje y perfiles de autorregulación.

1.4 Metodología de Investigación

Los pasos a seguir para el desarrollo de esta tesis son:

- **Búsqueda y Clasificación bibliográfica:** Se buscarán artículos científicos, revistas, libros y toda aquella fuente bibliográfica de la cual se pueda obtener información verificada concerniente al tema de investigación propuesto, se la clasificará con el fin de descartar todo aquel material que no brinde información relacionada con el tema propuesto.
- **Investigación bibliográfica:** Con la bibliografía ya clasificada se procederá a obtener información y a relacionarla con los distintos puntos que se encuentran en el esquema de investigación.
- **Análisis de plataformas:** Con la información obtenida como base se procederá a contrastar las características de las diferentes plataformas que permitan cumplir con los objetivos del presente trabajo.
- **Síntesis y elección de plataforma:** Posterior a la comparación de las plataformas, el siguiente paso será la elección de la plataforma de la cual se va a extraer el MOOC del que se pretende analizar los datos.



- **Despliegue:** Una vez realizada la selección de la plataforma, se procederá con el despliegue del curso MOOC realizado como parte del proyecto “Evaluación de un modelo de clase invertida basado en Objetos de Aprendizaje (OA) para disminuir el fracaso estudiantil a nivel universitario”.
- **Extracción y Limpieza de Datos:** Se procederá a la extracción y limpieza de los logs de datos extraídos de la plataforma, con el fin de generar un log de eventos sobre el cual se aplicarán las técnicas de minería de procesos.
- **Definición de técnicas a aplicar:** En este paso se determinará el algoritmo de descubrimiento con el cual se obtendrá los modelos de procesos.
- **Análisis de los modelos de procesos y escritura de resultados:** Se procederá al análisis del modelo de procesos generado a partir del log de eventos, posteriormente se interpretará los modelos obtenidos con el propósito de extraer las secuencias de actividades y patrones de interacción.

1.5 Estructura de la Tesis

En esta sección se presenta una descripción de los capítulos desarrollados en el presente documento.

El **Capítulo 2**, “Cursos Abiertos Masivos en Línea (MOOC)”, presenta los conceptos generales sobre lo que es un MOOC, su clasificación, características, ventajas y desventajas.

El **Capítulo 3**, “Plataformas MOOC”, presenta un estudio de las plataformas MOOC más influyentes en los espacios de educación superior alrededor del mundo. Además, se presenta un estudio comparativo de sus funcionalidades mediante el desarrollo de un diagrama de clases de cada una de las plataformas. También se presenta un diagrama de clases general que abstrae la estructura de una plataforma MOOC y presentándola como un modelo genérico.

El **Capítulo 4**, “Autorregulación del aprendizaje y Estilos de Aprendizaje”, expone los conceptos principales de Autorregulación de aprendizaje y los estilos de aprendizaje y la relación que tienen estos con el desempeño de los estudiantes en el aprendizaje autónomo.

El **Capítulo 5**, “Plataforma Open edX”, detalla las características de la plataforma Open edX, de la cual se obtuvo los datos de los participantes del



MOOC, también se presenta la estructura de su base de datos y los requerimientos del servidor sobre el que se realiza la instalación, dicha instalación se realizó conjuntamente con el despliegue del MOOC.

El **Capítulo 6**, “Minería de Procesos”, presenta los conceptos básicos relacionados con las técnicas de minería de procesos, así como sus principales características y algoritmos.

El **Capítulo 7**, “Caso de Estudio”, presenta un estudio de caso donde se analizarán las secuencias de actividades que los estudiantes realizan en un MOOC. Para esto se utilizará el MOOC llamado “Diseño, Creación y Evaluación de Objetos de Aprendizaje” que se enmarcan en el proyecto de investigación “Evaluación de un modelo de clase invertida basado en Objetos de Aprendizaje (OA) para disminuir el fracaso estudiantil a nivel universitario”. El MOOC se despliega sobre la plataforma Open edX.

El **Capítulo 8**, “Conclusiones y Trabajos Futuros”, se detallan las conclusiones obtenidas durante el desarrollo de este trabajo de titulación, así como las líneas de trabajo futuro que se han generado con el mismo y finalmente, el conjunto de obras derivadas que han surgido de este trabajo de titulación, entre las cuales se encuentran dos publicaciones científicas y un reporte a la par con el proyecto MOOC-Maker.



Capítulo 2 : Cursos Abiertos Masivos en Línea (MOOC)

2.1 Introducción

En este capítulo, el lector encontrará una revisión general de lo que son los MOOC. Primero se define el significado del término MOOC a la vez que se describe los principales tipos de MOOC existentes, continuando con la descripción de las principales características de los MOOC vistos desde una perspectiva general para culminar con la descripción de las ventajas y desventajas de utilizar este tipo de cursos en el aprendizaje.

2.2 ¿Qué son los MOOC?

Los Cursos Masivos Abiertos y en Línea (MOOC) son herramientas para el aprendizaje que en la educación superior han despertado un gran interés en estos años (Karsenti, 2013). Los MOOC se utilizan como complemento a las clases tradicionales o de forma completamente en línea a través de plataformas tecnológicas que habilitan el proceso de enseñanza y aprendizaje a miles de estudiantes. Surgieron como respuesta a los retos que enfrentan instituciones educativas y organizaciones en tiempos de sobrecarga de información, es decir, hay una necesidad de capacitación de una población que busca educación de calidad a bajo costo (Tamez, 2014).

Las características de este material educativo en formato de curso se basan en las siguientes premisas: (Gea, 2015).

- **Ser un curso:** Debe de contar con una estructura orientada al aprendizaje, la cual se caracteriza por conllevar una serie de pruebas o de evaluaciones con el fin de acreditar el conocimiento adquirido.
- **Estar en línea:** El curso tiene que estar disponible en Internet, donde este interviene como un canal de comunicación, por lo que no se requiere de una presencia física en el aula, lo que permite seguirlo desde cualquier lugar donde se encuentre un punto de acceso a internet.
- **Tener carácter masivo:** Es decir que el número total de matriculados debería en teoría ser infinito, o por lo menos ser mucho mayor a la cantidad



de estudiantes que habitualmente pueden formar parte de un curso presencial.

- **Alcance Global:** Se puede tener acceso al contenido del curso desde cualquier ordenador o dispositivo compatible con este tipo de material, sin considerar la ubicación geográfica del mismo.
- **Abierto:** Los materiales son accesibles de forma gratuita en Internet, pero esto no quiere decir que puedan volver a ser utilizados en otros cursos.

Estos cursos comparten muchos conceptos relacionados con la formación no presencial tales como la tutorización de los estudiantes, la programación de actividades, inscripción en el curso, planificación semanal. Generalmente están diseñados con apoyo de material audiovisual para facilitar el aprendizaje y fomentar la participación de los estudiantes. (Gea, 2015)

2.3 Clasificación de los MOOC

Los MOOC se presentan bajo una diversidad de organización y diseño, que no solo implican versiones diferentes sobre lo que debe ser el proceso formativo, sino también respecto a lo que deben hacer los participantes las formas en que deben ser evaluados, y las maneras de diseñar contenidos (Cabero, Llorente, & Vázquez, 2014).

Según su metodología pedagógica aplicada se pueden clasificar en dos tipos básicos de MOOC, estos son los xMOOC y los cMOOC (Guàrdia, Maina, & Sangrà, 2013).

- **xMOOC:** Esta clasificación considera un enfoque más tradicional de aprendizaje donde el profesor es la fuente más relevante y fiable de conocimiento e información. Como la presencia del profesor esta de cierta forma limitada, la solución propuesta es la fragmentación de las clases en videos, lo cual proporciona un conjunto de recursos adicionales y actividades de aprendizaje y la evaluación a través de las pruebas automatizadas. (Guàrdia et al., 2013)
- **cMOOC:** Con respecto a los anteriores, estos MOOC nacieron como predecesores para sus contrapartes, contaron con menor alcance publicitario y fueron enfocados en los principios de Siemens donde los estudiantes contaban con entornos personales de aprendizaje, eran menos estructurados y confiaban más en las capacidades de autorregulación de



sus alumnos así como el trabajo colaborativo, por ejemplo, la revisión por pares, etc. (Guàrdia et al., 2013)

Pero cabe recalcar que un xMOOC no puede tomar parte como cMOOC con solamente incorporarle actividades colaborativas en su estructura, ya que, los principios de Siemens (Siemens, 2012) se enfocan principalmente en explorar y experimentar nuevas formas de interacción en línea sin centrarse especialmente en si estas formas de interacción estaban en capacidad de colaborar con las limitaciones docentes en la educación de grupos en particular. (Bartolomé & Steffens, 2015)

2.4 Características de los MOOC

Los MOOC se definen por varios aspectos o características puntuales entre las cuales destacan su carácter abierto (OPEN), su capacidad de ubicar la información y la relación entre los distintos actores educativos en internet (ONLINE) y por el hecho de que es capaz de abarcar la formación de miles de personas (MASSIVE) (Méndez García, 2013).

Otro aspecto por el que estos cursos destacan es porque son capaces de salir de los esquemas jerárquicos de la educación con respecto a docentes y estudiantes, debido a que al responsabilizar a cada parte del proceso de aprendizaje se obtiene como consecuencia que los participantes se convierten en generadores de contenido y de conexiones entre los distintos aspectos del curso del curso (Méndez García, 2013).

Es aquí donde los estudiantes involucrados en el MOOC dejan de actuar sobre un aprendizaje individual ya que se involucran en una red mucho más amplia en donde el conocimiento no se origina netamente del docente sino también del resto de participantes (Mallo, Rivarola, & Bertazzi, 2001).

Por otro lado, en el framework H-MOOC se muestra como las características de los MOOC pueden ser explotadas para organizar y analizar sistemáticamente la ejecución de cualquier iniciativa MOOC como una implementación híbrida que cuenta con dos factores: el primer factor trata sobre el esfuerzo institucional para aplicar una iniciativa MOOC, el segundo factor se alinea con el plan de estudios de la institución. El H-MOOC presenta tres niveles de formación en base a las necesidades del participante: (1) Nivel Abierto: Donde los participantes pueden acceder al contenido del curso sin la necesidad de una inscripción, en este nivel no se considera las evaluaciones y



la acreditación. (2) Nivel de Evaluación: Donde el participante está inscrito en el curso y se evalúa su avance en uno o varios temas de aprendizaje en base a sus necesidades. (3) Nivel de Acreditación: Donde el participante está inscrito en el curso y realiza las tareas básicas propuestas por los docentes en cada tema, en este nivel el avance y el aprendizaje del tema del curso es reconocido por medio de una acreditación o certificación (Pérez-Sanagustín, Hilliger, Alario-, Kloos, & Rayyan, 2016).

2.5 Ventajas y Desventajas de un MOOC

Una vez descritas las características que presentan los MOOC, se describen a continuación tanto las ventajas como sus desventajas.

Ventajas:

- Realizar cursos en algunas de las universidades más prestigiosas del mundo o con docentes expertos en determinadas temáticas a los que, de otra forma, no se podría acceder. (Mallo et al., 2001)
- Contar con una gran cantidad y diversidad de cursos y temáticas que se pueden realizar, ya que se puede aprender desde temas teóricos de elevada complejidad, hasta otras que no requieren dicha complejidad. (Mallo et al., 2001)
- La información generada por los MOOC puede ser procesada y analizada para realizar estudios sobre el impacto de la tecnología en los procesos de aprendizaje y desarrollar analítica de datos que permitan tomar acciones proactivas en la enseñanza. (Ahrache, Badir, Tabaa, & Medouri, 2013)

Desventajas:

- Alta tasa de deserción, principalmente como consecuencia de la falta de acompañamiento docente y el nivel de dificultad del curso. (Sanchez, 2013)
- Falta de diseño metodológico, ya que en muchos casos los MOOC se presentan únicamente como una sucesión bibliográfica sin actividades que realmente aporten al aprendizaje. (Mallo et al., 2001)
- Aunque estos cursos pretenden ofrecer una formación igualitaria no contemplan realmente todos los aspectos sociales y culturales que involucran a todos los sectores a los que pretenden llegar. (Mallo et al., 2001)



- La falta de globalización de los cursos, debido a que su lenguaje predilecto es el inglés en muchos casos los estudiantes potenciales no están familiarizados completamente con este idioma. (Mallo et al., 2001)
- Es necesario ser muy disciplinado al momento de involucrarse en un curso MOOC, ya que es necesario compromiso y voluntad por parte del estudiante sin necesidad de tener a un docente presionando su crecimiento en el tema estudiado. (Mallo et al., 2001)

2.6 Recapitulación

Los MOOC son cursos en línea masivos y abiertos accesibles por cualquier persona a través de una conexión de internet. Los MOOC surgen como una propuesta complementaria a la educación tradicional en donde un profesor que imparte clases de forma presencial puede verse apoyada por este tipo de plataformas que permiten desplegar el contenido a enseñar en formato de curso.

La clasificación de los MOOC está dada por la teoría de aprendizaje que se emplea, los cMOOC enfocados en el autoaprendizaje del estudiante y la colaboración que se tiene con el resto de participantes que cursan el MOOC, mientras que los xMOOC enfocados en una fuente más tradicional de aprendizaje basado en contenidos.

Los MOOC, por sus características pueden ser tomados por cualquier persona independientemente de su ubicación, posición económico-social y motivaciones que este pueda presentar, la premisa o la única condición para tomar un curso es el de contar con acceso a internet, la gran diversidad de cursos hace posible que una persona pueda seguir temáticas de cualquier tipo con las más prestigiosas universidades del mundo u organizaciones además de ser dictados por expertos.

Algunas ventajas presentadas por los MOOC son de aprender a través de las mejores universidades del mundo con una amplia variedad de contenidos e impartidos por profesionales en cada uno de los temas.



Capítulo 3 : Plataformas MOOC

3.1 Introducción

En este capítulo, el lector encontrará una revisión del estado del arte acerca de las diferentes plataformas de despliegue de MOOC. Primero se define el término de plataformas MOOC considerando el origen de las mismas y la forma en que su aparición se vio reflejada en el alcance de los cursos que ofrecen.

También se incluye un estudio comparativo de las plataformas MOOC más populares de hoy en día, el cual comienza con una revisión general de un conjunto de plataformas MOOC con el fin de determinar las más usadas en base al número de estudiantes y cursos ofertados, de las cuales, una vez seleccionadas se realizará un análisis más a detalle para abstraer un modelo general de la estructura de las plataformas MOOC.

Finalmente, se seleccionará la plataforma MOOC a ser utilizada para el desarrollo del caso de estudio de este trabajo de titulación.

3.2 ¿Qué son las Plataformas MOOC?

En un principio, los MOOC no contaban con una plataforma específica, eran cursos que se publicaban a través de blog o similares dependiendo del criterio de su desarrollador. Posteriormente comenzaron a aparecer las primeras plataformas orientadas al almacenamiento y distribución de MOOC, por lo que en el 2012 nacieron Udacity, Coursera y edX como plataformas propietarias, posteriormente edX decidió tomar consideraciones de software libre y publicar su código (Chan, Varela, Oliva, Mercado, & Morales, 2015).

Las plataformas MOOC se diferencian de los Learning Management Systems (LMS) principalmente porque rompen el paradigma jerárquico tradicional de la educación que los LMS se han dedicado únicamente a replicar y administrar, adicionalmente porque están pensados para una perspectiva global para que todos sus participantes puedan aprovechar sus funcionalidades mientras que los LMS únicamente se han centrado en la perspectiva docente. (Chan et al., 2015)



3.3 Características de las Plataformas MOOC

Una vez definidas que son las plataformas MOOC, a continuación se va a detallar sus características (Fallis, 2013):

- Principalmente están en capacidad de almacenar uno o varios cursos simultáneamente, a los cuales cualquier usuario interesado puede tener acceso mediante la creación de una cuenta en la misma plataforma.
- Deben permitir la creación de material docente para cada curso, esto será mediante la incorporación de un sistema de gestión de contenido (CMS por sus siglas en inglés CONTENT MANAGEMENT SYSTEM).
- Deben permitir la gestión de usuarios mediante un sistema de gestión de aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés LEARNING MANAGEMENT SYSTEM).
- Deben permitir la incorporación de videos como recursos externos, los cuales se manejarán mediante con controlador propio de la plataforma.
- Deben permitir la creación e incorporación de ejercicios para los diversos cursos sobre la misma plataforma.
- Deben permitir la incorporación de wikis y foros de discusión independientes para cada curso contenido sobre la plataforma.

3.4 Estudio Comparativo de las plataformas MOOC

A continuación, se compara las diversas plataformas MOOC disponibles en la actualidad, con el fin de definir las más utilizadas en base a dos fuentes, la primera de la Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías (RISTI), la segunda en base a la página web MocoList¹

Para filtrar las plataformas en este estudio comparativo se considerará principalmente la disponibilidad en línea de la plataforma y que cumpla con las características de un MOOC hasta la fecha (Diciembre/2015) en que se realiza este estudio.

¹ <https://www.mooc-list.com/>

3.4.1 Filtro de las Plataformas MOOC de las fuentes seleccionadas.

Según la Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías en el año 2014 las principales plataformas de distribución de MOOC fueron:

N.	Plataforma	N.	Plataforma
1.	Coursera	18.	MRUniversity
2.	edX	19.	OpenLearning
3.	Udemy	20.	Alison
4.	Udacity	21.	University of the People
5.	OpenClass-BETA de Pearson Ltd.	22.	Saylor.org
6.	Lore	23.	Symynd (Share your mind)
7.	Canvas	24.	Open Yale Courses
8.	Novoed	25.	GCF Learn Free
9.	Cousesites	26.	Nixty
10.	OpenCourseWare	27.	SantaFe MOOCs
11.	P2PU	28.	Unx
12.	Google Course Builder	29.	UnedComa
13.	OpenLearn LabSpace	30.	Crypt4you
14.	Open Learning Initiative-Carnegie Mellon Univ.	31.	MiriadaX
15.	Leuphana Digital School	32.	UPVX Universidad Politécnica de Valencia
16.	Knight Center	33.	Bureau Veritas Business School MOOC-España
17.	OpenHPI		

Tabla 3-1 Plataformas MOOC según la RISTI.
Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo 33 plataformas MOOC para la fecha indicada anteriormente, de las cuales considerando su estado de disponibilidad actual se ha visto la necesidad de descartar las siguientes:

Plataforma	Motivo de descarte
Bureau Veritas Business School MOOC-España	Abandono del proyecto por parte de la organización ofertante.
UnedComa	Cambio de contexto de la página web del servicio, convertida en un foro de noticias.
SantaFe MOOCs	Abandono del proyecto por parte de la organización ofertante.
Nixty	Abandono del proyecto por parte de la organización ofertante.
Symynd (Share your mind)	Página principal dada de baja.
Google Course Builder	Código fuente disponible en GITHUB, pero,

	abandono del proyecto por parte de Google para integrarse con el proyecto EDX.
Coursesites	Actualmente considerado más un LMS que un MOOC.
OpenCourseWare	Actualmente no es considerado como un MOOC sino como una plataforma de intercambio de material docente.
P2PU	A pesar de compartir ciertas características de los MOOCS su metodología se basa en la técnica de "Hágalo usted mismo" por lo que pierde su contexto original.
University of the people	Requiere un proceso de admisión, por lo que no se trata de un recurso totalmente abierto y no puede ser considerado como un MOOC.
UNX	Sitio web dado de baja.
Udemy	En su mayoría los cursos son de pago, por lo que no se pueden considerar como MOOC debido a que pierden su característica de masivos y de abiertos.
Udacity	En su mayoría los cursos son de pago, por lo que no se pueden considerar como MOOC debido a que pierden su característica de masivos y de abiertos.

Tabla 3-2 Plataformas descartadas de la RISTI.
Fuente: Elaboración Propia

Por lo que se descartan 13 plataformas, quedando para su análisis y clasificación 21 plataformas, las cuales son las siguientes:

N.	Plataforma	N.	Plataforma
1.	Coursera	12.	OpenHPI
2.	edX	13.	MRUniversity
3.	Udemy	14.	OpenLearning
4.	OpenClass-BETA de Pearson Ltd.	15.	Alison
5.	Lore	16.	Saylor.org
6.	Canvas	17.	Open Yale Courses
7.	Novoed	18.	GCF Learn Free
8.	OpenLearn LabSpace	19.	Crypt4you
9.	Open Learning Initiative-Carnegie Mellon Univ.	20.	MiriadaX
10.	Leuphana Digital School	21.	UPV[X]
11.	Knight Center		

Tabla 3-3 Plataformas MOOC seleccionadas de la RISTI.
Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, de acuerdo a la fuente Moolist se identifica alrededor de 2850 cursos en 19 idiomas diferentes, ofertados por un total de 724 instituciones, mismas que convergen en un número relativamente considerable de

plataformas de despliegue. A continuación, se lista las más relevantes en base al número de cursos ofertados y la cantidad de instituciones involucradas.

N.	Plataforma	N.	Plataforma
1.	Coursera	13.	OpenLearning
2.	edX	14.	UPV[X]
3.	Canvas.net	15.	France Université Numerique
4.	FutureLearn	16.	IONISx
5.	Miriada X	17.	Janux
6.	Independent	18.	OpenHPI
7.	Udacity	19.	OpenCourseWorld
8.	Course Sites	20.	Desire2Learn
9.	Rwaq	21.	P2PU
10.	Iversity	22.	Commonwealth Of Learning
11.	Open2Study	23.	Georgia Tech Online Master of Science in Computer.
12.	NovoED		

Tabla 3-4 Plataformas MOOC según MOOC-LIST.COM.
Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo 23 plataformas MOOC para la fecha indicada anteriormente, de las cuales considerando su estado de disponibilidad actual se ha visto la necesidad de descartar las siguientes:

Plataforma	Motivo de descarte
Indepent	Abandono del proyecto por parte de la organización ofertante.
Iversity	La mayoría de sus cursos son de pago, por lo que deja el contexto de un MOOC se pierde.
Janux	La mayoría de sus cursos son de pago, por lo que deja el contexto de un MOOC se pierde.
Disere2Learn	En su mayoría brinda un servicio de LMS y no de MOOCs
Commonwealth of Learning	Abandono del proyecto por parte de la organización ofertante.
Coursesites	Actualmente considerado más un LMS que un MOOC.
P2PU	A pesar de compartir ciertas características de los MOOCS su metodología se basa en la técnica de "Hágalo usted mismo" por lo que pierde su contexto original.
Udacity	La mayoría de sus cursos son de pago, por lo que deja el contexto de un MOOC se pierde.

Tabla 3-5 Plataformas descartadas de la fuente MOOC-LIST.COM.
Fuente: Elaboración Propia

Por lo que se descarta 8 plataformas, obteniendo para su análisis y clasificación 15 plataformas, las cuales listaremos a continuación.

N.	Plataforma	N.	Plataforma
----	------------	----	------------

1.	Coursera	9.	OpenLearning
2.	edX	10.	UPV[X]
3.	Canvas.net	11.	France Université Numerique
4.	FutureLearn	12.	IONISx
5.	Miriada X	13.	OpenHPI
6.	Rwaq	14.	OpenCourseWorld
7.	Open2Study	15.	Georgia Tech Online Master of Science in Compute
8.	NovoED		

Tabla 3-6 Plataformas seleccionadas de MOOC-LIST.COM.
Fuente: Elaboración Propia

3.4.2 Descripción de las características de las plataformas MOOC seleccionadas

En base a los resultados obtenidos en los filtros aplicados se procede a describir las características principales de cada plataforma seleccionada.

Las plataformas MOOC son distribuidas a nivel mundial por diferentes organizaciones, se caracterizan por poner a disposición de sus usuarios un amplio catálogo de cursos de diversas categorías y diferentes idiomas dependiendo de las necesidades de los mismos, a continuación, se detallará las características de las principales plataformas a nivel mundial.

Plataforma	País	Licencia	Idioma	Entidad Ofertante	Servidor
Coursera	USA	Cerrado	Ingles/ chino/ español/ francés/ italiano/ Árabe/ Ruso/ Portugués/ Turco/ Ucraniano/ Hebreo/ Alemán	Universidad de Stanford	Nube
EDX	USA	Abierto	Ingles/ Español/ Francés/ Mandarín/ Hindú	MIT Y Harvard University	Local/ Nube
Canvas.net	USA	Cerrado	Ingles	Instructure	Nube
FutureLearn	USA	Cerrado	Ingles	Open University	Nube
Miriada X	España	Cerrado	Español/	Banco	Nube

			Portugués	Santander y Telefónica	
Rwaq	Iraq	Cerrado	Iraquí	No Disponible	Nube
Open2Study	Australia	Cerrado	Ingles	Open Universities	Nube
NovoEd	USA	Cerrado	Ingles	Instructure	Nube
OpenLearning	Australia/ Malasia	Abierto	Ingles/ Mandarín/ Español	University of New South Wales/ Taylor's University	Local/ Nube
UPV[X]	España	Cerrado	Español	Universidad Politécnica de Valencia	Nube
France Université Numérique	Francia	Cerrado	Francés/ Ingles	No Disponible	No Disponible
IONISx	Francia	Cerrado	Francés	IONISx Company	Nube
OpenHPI	Alemania	Cerrado	Alemán/ Ingles	Hasso Plattner	Nube
OpenCourse World	Alemania	Cerrado	Alemán/ Ingles	OpenCourseWorld	Nube
Georgia Tech Online Master of Science in Computer	USA	Cerrado	Ingles	No Disponible	Nube
OpenClass-Beta	USA	Cerrado	Inglés	Pearson Education	Nube
Lore	USA	Cerrado	Inglés	Joseph Cohen/ Dan Getelman/ Jim Grandpre/ Hunter Horsley	Nube
OpenLearn Lab Space	Ucrania	Cerrado	Inglés	Universidad Abierta de Ucrania	Nube
Open Learning – Carnegie	USA	Cerrado	Inglés	Carnegie Mellon University	Nube

Mellon University					
Leupha Digital School	Alemania	Cerrado	Inglés/ Alemán	Universidad Luneburg	Nube
Knight Center	USA	Cerrado	Inglés	Universidad de Austin Texas	Nube
MRUniversit y	USA	Cerrado	Inglés	Tyler Cowen/ Alex Tabarrok	Nube
ALISON	Irlanda	Cerrado	Inglés/ Español/ Francés/ Portugués/ Ruso/ Árabe/ Mandarín/ Hebreo/ Hindú/ Urdu	Mike Feerick	Nube
Saylor.org	USA	Cerrado	Inglés	Michael Saylor	Nube
Open Yale Courses	USA	Cerrado	Ingles	Yale University	Nube
GCF Learn Free	USA	Cerrado	Ingles	Dennis McLain	Nube
Crypt4you	España	Cerrado	Español	Universidad Politécnica de Madrid	Nube

Tabla 3-7 Características de las plataformas MOOC seleccionadas.
Fuente: Elaboración Propia



Imagen 3-1 Cursos por cada plataforma.
Fuente: Elaboración propia



Imagen 3-2 Estudiantes por cada plataforma.
Fuente: Elaboración propia

Considerando que uno de los principales factores de éxito de una plataforma es determinada por la cantidad de usuarios que la usan, se consideró esta cantidad como un factor determinante para tomar la decisión de las plataformas que formaran parte a más detalle de este estudio comparativo.

Plataforma	Número de Cursos	Número de Estudiantes
Coursera	1.493	16.445.269
EDX	777	5.000.000
ALISON	750	5.000.000
FutureLearn	500	2.698.709

MiriadaX	338	1.744.585
OpenLearning	1.022	302.561
Canvas.net	163	214.997
OpenHPI	26	+13.000
Saylor.org	317	No Disponible
Rwaq	96	No Disponible
NovoEd	78	No Disponible
Open2Study	48	No Disponible
Open Yale Courses	42	No Disponible
UPV[X]	37	No Disponible
IONISx	22	No Disponible
Georgia Tech Online Master of Science in Computer	22	No Disponible
Knight Center	11	No Disponible
OpenCourseWorld	10	No Disponible
Crypt4you	5	No Disponible
OpenLearn Lab Space	No Disponible	No Disponible
OpenClass-Beta	No Disponible	No Disponible
Open Learning – Carnegie Mellon University	No Disponible	No Disponible
MRUniversity	No Disponible	No Disponible
Lore	No Disponible	No Disponible
Leupha Digital School	No Disponible	No Disponible
GCF Learn Free	No Disponible	No Disponible
France Université Numerique	No Disponible	No Disponible

Tabla 3-8 Plataformas MOOC por el número de estudiantes involucrados.
Fuente: Elaboración Propia

Por lo que, considerando este resultado, las plataformas a ser analizadas son las siguientes:

Plataforma	Número de Cursos	Número de Estudiantes
Coursera	1.493	16.445.269
edX	777	5.000.000
ALISON	750	5.000.000
FutureLearn	500	2.698.709
MiriadaX	338	1.744.585
OpenLearning	1.022	302.561

Tabla 3-9 Plataformas MOOC seleccionadas para el estudio en base a su número de estudiantes y cursos.
Fuente: Elaboración Propia

Esta información puede contrastarse mediante la herramienta Google Trends (Diciembre/2015), donde se puede observar las tendencias de búsqueda en base a las plataformas ya seleccionadas.

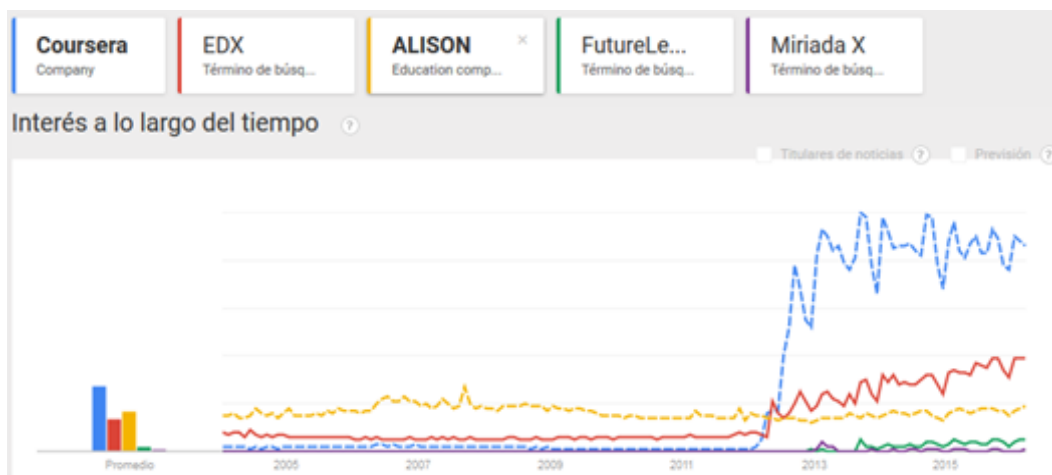


Imagen 3-3 Tendencias de búsqueda en Google Trends

3.4.3 Descripción de las plataformas MOOC seleccionadas

Posterior a la selección de las seis plataformas anteriormente expuestas se procederá a realizar una descripción individual de cada una de ellas.

3.4.3.1 Coursera

Es una plataforma de educación virtual abierta y gratuita, la plataforma nació en octubre del 2011 y desarrollada por académicos de la Universidad de Stanford.

En la actualidad la plataforma es la más usada contando con mayor número de cursos impartidos y mayor número de estudiantes (Tabla 3-9) matriculados en ella. Según su página oficial <https://coursera.org/> la plataforma cuenta con la participación de alrededor de 140 instituciones de todo el mundo que brindan cursos en ella. Para la creación de los cursos se basa en una plataforma de creación propia No Disponible para usuarios externos a la organización. En la siguiente sección se detalla el diagrama de clases es esta plataforma.

3.4.3.2 edX

La plataforma fue creada en mayo del 2012, por el instituto Tecnológico de Massachusetts y la Universidad de Harvard, para hospedar cursos online de nivel universitario de un amplio rango de disciplinas para todo el mundo para propiciar la investigación y el aprendizaje de forma gratuita y abierta.



Esta plataforma se basa en software de código abierto y puesto en GITHUB, para que cualquiera pueda revisar su código fuente, a su vez permite la instalación de forma local para poder utilizar la plataforma y realizar las pruebas que se deseen. En la siguiente sección se detalla el diagrama de clases es esta plataforma.

3.4.3.3 Alison

Fundada en Galway, Irlanda en 2007 por el empresario Mike Feerick, su objetivo es permitir a las personas a adquirir habilidades de trabajo y educación básica. Alison es una plataforma que cuenta con un gran número de estudiantes matriculados siendo la tercera con mayor número de estudiantes (Tabla 3-9). En la siguiente sección se detalla el diagrama de clases es esta plataforma.

3.4.3.4 FutureLearn

Es una plataforma de aprendizaje de MOOCS fundada en diciembre del 2012, propiedad de la Universidad Abierta en Milton Ketnes de Inglaterra originalmente con 12 universidades colaboradoras.

Considerada como la primera plataforma de cursos masivos del Reino Unido, esta plataforma incluye en su asociación a 54 universidades diferentes tanto del Reino Unido como internacionales, a su vez, es una de las pocas plataformas que consta de socios no universitarios como es el caso del Museo, Consejo y Biblioteca Británicas y la Escuela Nacional de Películas y Televisión.

Se basan en un MOOC de creación propia que están desarrollando teniendo en cuenta los comentarios que la gente les realiza durante los cursos en fase beta. En la siguiente sección se detalla el diagrama de clases es esta plataforma.

3.4.3.5 MiriadaX

Tiene su origen a principios del año 2013 por el Banco Santander y Telefónica, a través de la Red Universia y Telefónica Educación Digital y basado en la plataforma de software libre WEMOOC.

Es la primera y más famosa plataforma de Universidades Iberoamericanas que pone a disposición de 1232 universidades de Iberoamérica una plataforma propia para la creación e impartición de MOOC, sin coste alguno ni para la Universidad ni para los usuarios. En la siguiente sección se detalla el diagrama de clases es esta plataforma.



3.4.3.6 *OpenLearning*

Es una plataforma de aprendizaje en línea que va más allá de la entrega de contenido para centrarse en la comunidad, la conexión, y el compromiso del estudiante.

Permite a cualquier persona, en cualquier lugar crear un curso MOOC perfecto y hace que los estudiantes realmente se involucren en el curso. La creación de cursos es gratis. Y se puede realizar sin la necesidad de conocimientos técnicos además que se cuenta con un el apoyo por parte de Open Learning y la comunidad. En la siguiente sección se detalla el diagrama de clases es esta plataforma.

3.4.4 Diagramas de clase de las plataformas MOOC Diagrama de clases de un curso de Coursera

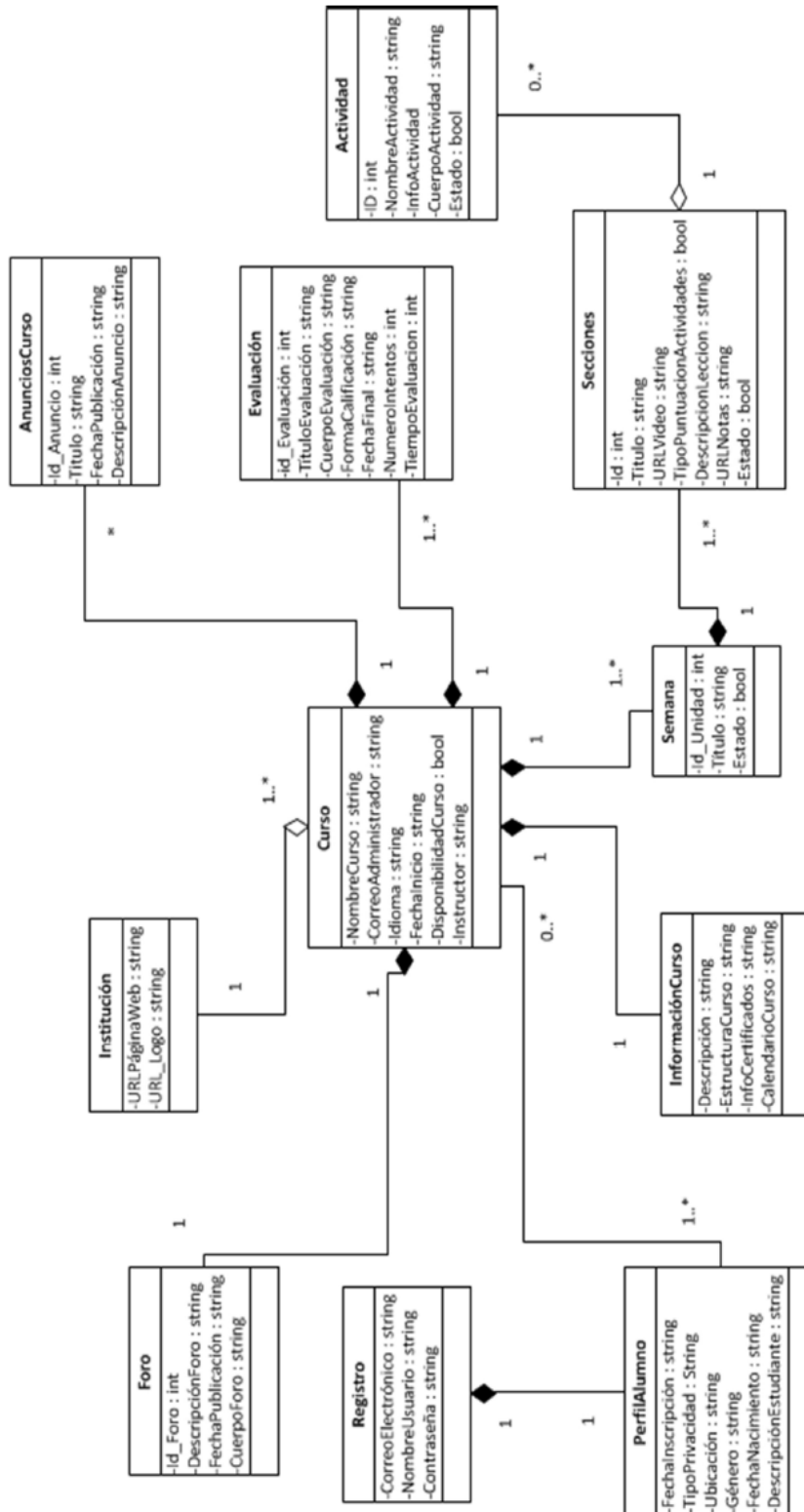


Imagen 3-4 Diagrama de clases de Coursera.
Fuente: (Peralta & Piedra, 2015)

Diagrama de clases de un curso de edX

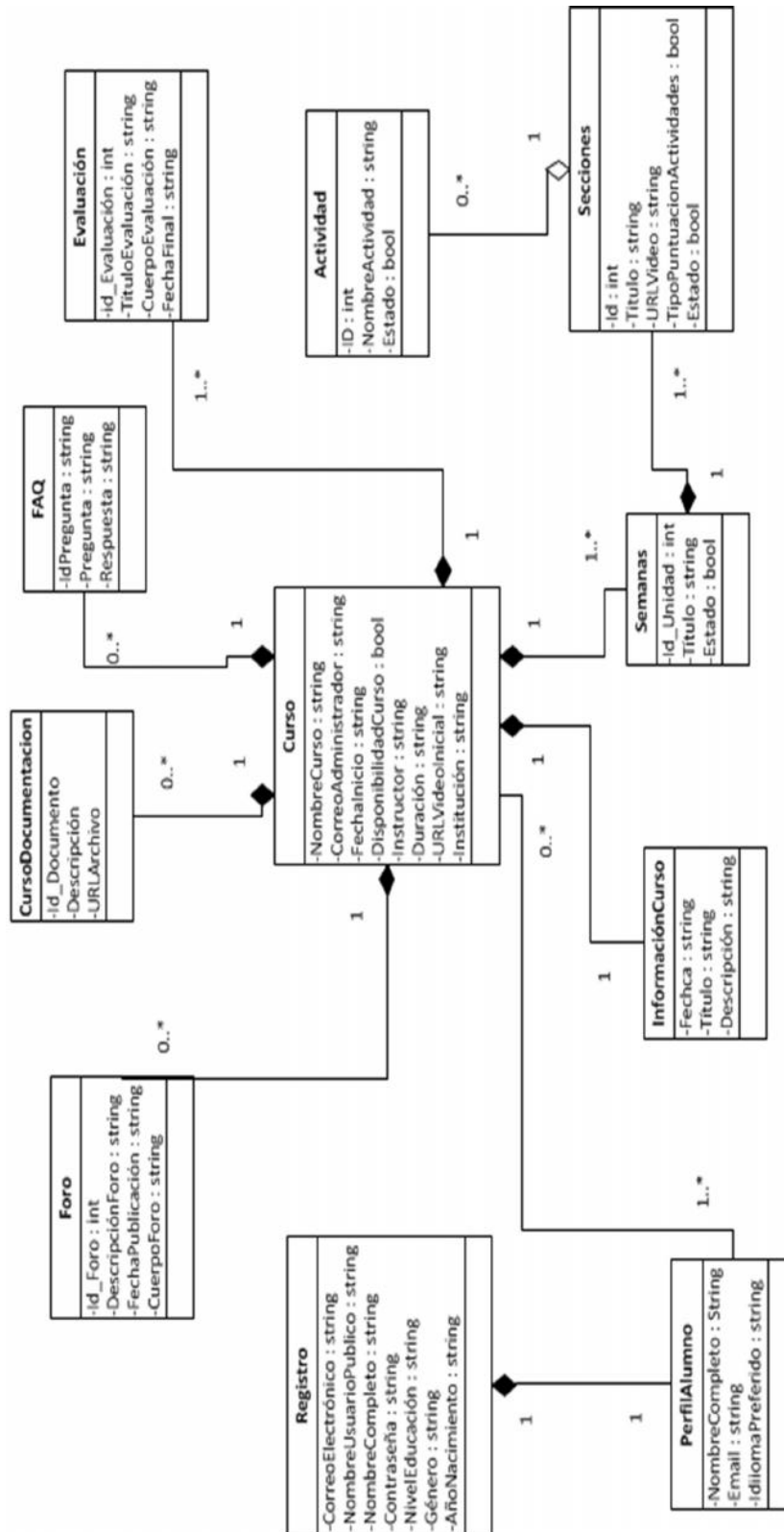


Imagen 3-5 Diagrama de clases de edX.
Fuente:(Peralta & Piedra, 2015)

Diagrama de clases de un curso de Alison

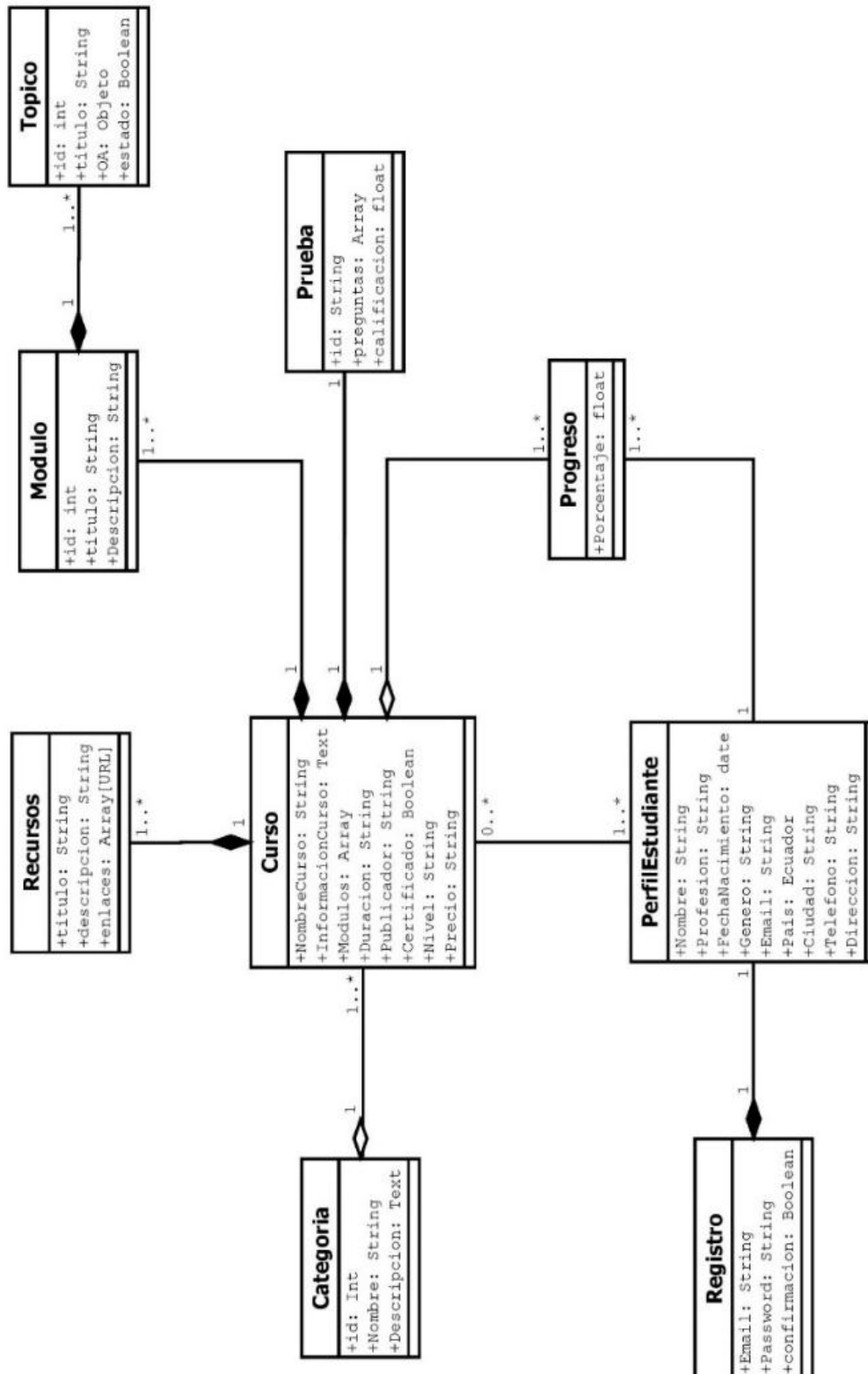


Imagen 3-6 Diagrama de clases de ALISON.
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de clases de un curso de FutureLearn

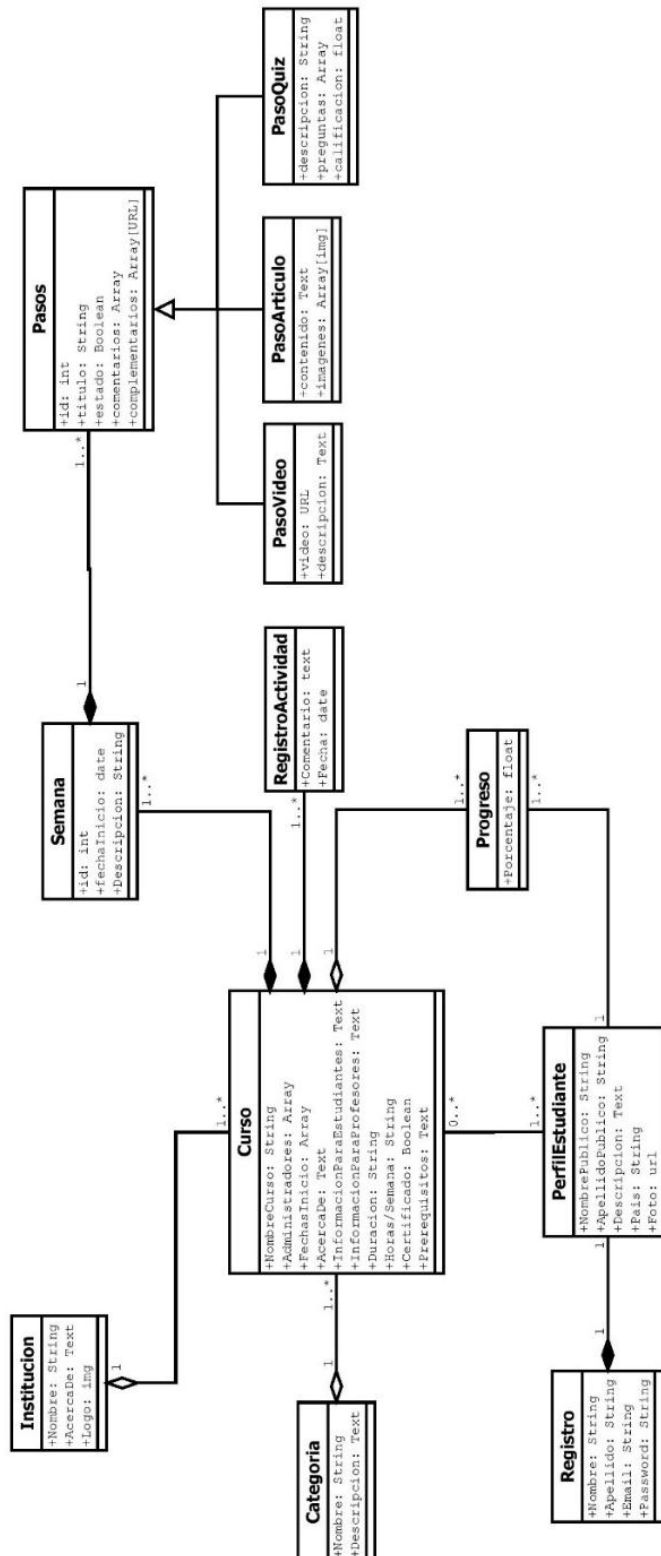


Imagen 3-7 Diagrama de clases de FutureLearn.
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de clases de un curso de MiriadaX

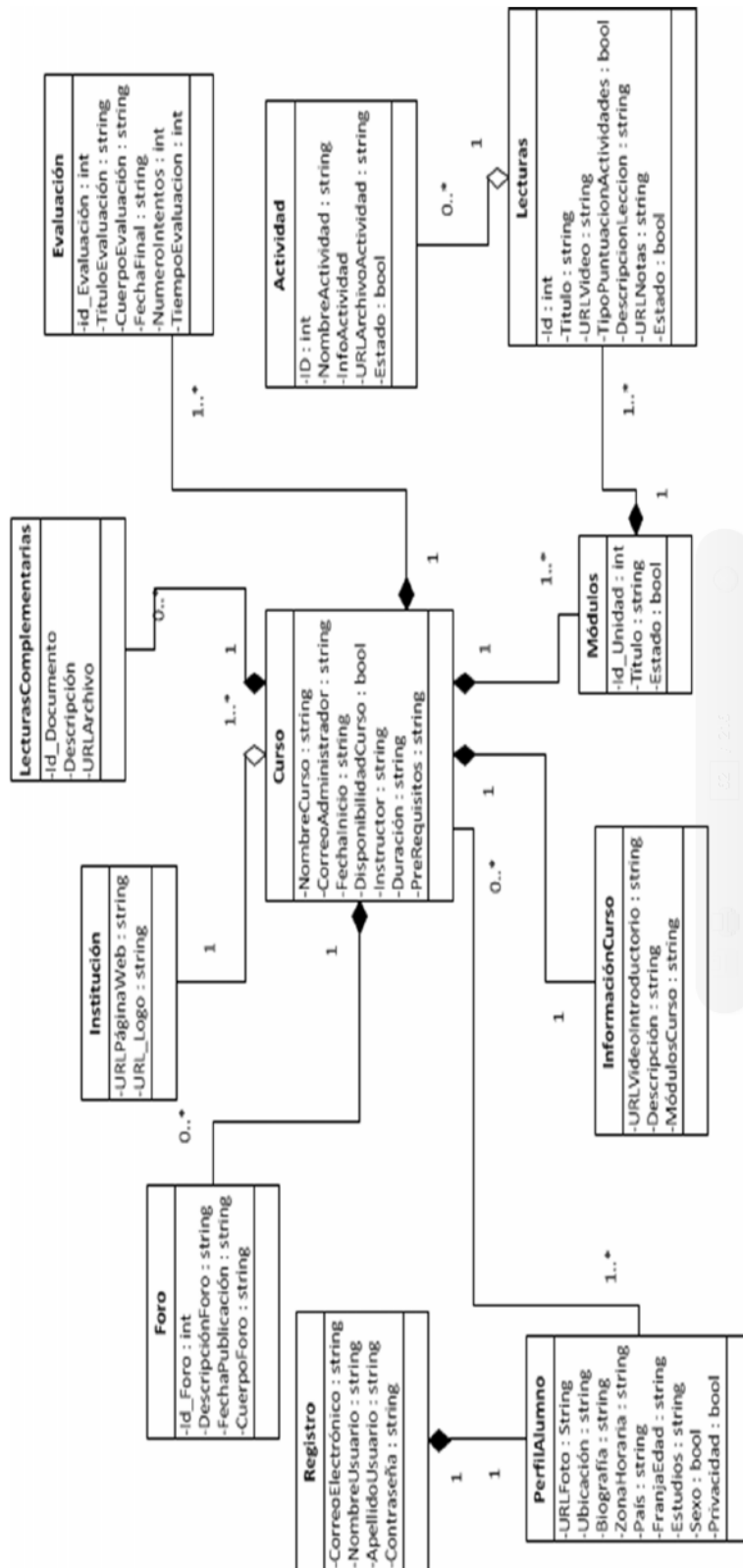


Imagen 3-8 Diagrama de clases de MiriadaX.
Fuente: (Peralta & Piedra, 2015)

Diagrama de clases de un curso de OpenLearning

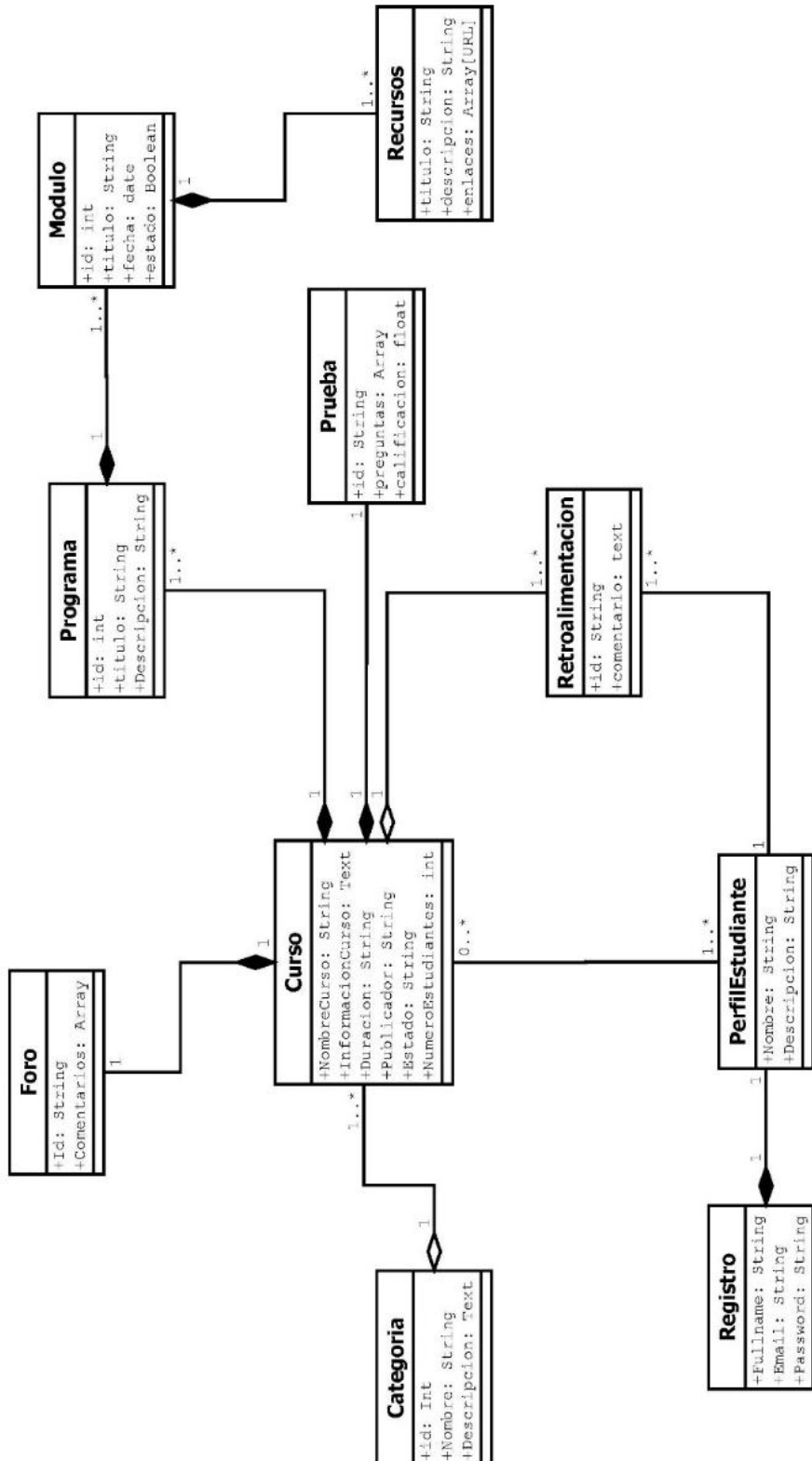


Imagen 3-9 Diagrama de clases de OpenLearning.
Fuente: Elaboración Propia

3.5 Estructura de las Plataformas MOOC

Comúnmente, los MOOCs están conformados por diferentes elementos los cuales dependiendo de la bibliografía varían en su denominación y desglose, a continuación, se describe cuales son dichos elementos dependiendo de los autores.

Fuente	Plataformas analizadas	Elementos
1. Jaime Oyarzo Espinoza, Director Master in Educational Innovation and ICT, Alcala University, Spain ²	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Udacity ✓ edX ✓ Coursera ✓ Udemy ✓ P2Pu ✓ FutureLearn ✓ MiriadaX ✓ Aprendo ✓ Unimoc <p>En este caso se realiza una integración y generalización de los elementos comunes de las plataformas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Certificación: Certificados. • Evaluación: Pruebas, Test. • Identidad: Usuarios, Permisos. • Interacción: Foros, Chats, Redes Sociales. • Recursos Educativos: Videos, Transparencias, Documentos, Vínculos.
2. Universidad Politécnica de Madrid ³	<ul style="list-style-type: none"> ✓ MiriadaX 	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo 0: Modulo principal introductorio sin evaluación.' • Módulos: Capítulos. • Lecciones: Secciones de los módulos. • Recursos Educativos: Videos, transparencias, documentos, vínculos, etc. Que forman parte de las lecciones. • Evaluaciones.
3. Peralta Andrea, Piedra Christian – Universidad de Cuenca ⁴	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Google Course Builder ✓ Coursera 	<ul style="list-style-type: none"> • Curso. • Institución. • Foro.

² <http://es.slideshare.net/jaimeo/mooc-joe-v3>

³ https://www.youtube.com/watch?v=uYP9pBsgi_g

⁴ <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20931>

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ MiriadaX ✓ EdX ✓ Open Course Ware 	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil Alumno. • Registro. • Anuncios sobre el curso. • Evaluación. • Unidad / Semana / Módulos / Bloques • Lección / Sección / Lecturas / Temas • Actividad. • Información del Curso. • Lecturas complementarias. • FAQ.⁵
4. Armentejos Alejandro, García Christian, Martín José – Universidad Complutense de Madrid ⁶	<ul style="list-style-type: none"> ✓ UCMoocs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usuario. • Recurso. • Lección. • Evaluación. • Preguntas. • Respuestas. • Lecturas. • Puntaje. • Miembro. • Curso. • Noticia. • Foro. • Mensaje sobre Foro.
5. Desarrollo Propio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alison ✓ Futurelearn ✓ Openlearning 	<ul style="list-style-type: none"> • Curso • Categoría • Perfil Estudiante • Registro • Progreso • Retroalimentación • Prueba • Institución • Foro / Registro de Actividad • Semana / Programa / Modulo • Pasos / Modulo / Tópico • Recursos Adicionales

⁵ Información contrastada en base a cinco diagramas de plataformas de distribución específicas.

⁶ <http://eprints.ucm.es/26477/>

		<ul style="list-style-type: none"> Recursos / Paso Video – Paso Artículo – Paso Quiz
--	--	---

Tabla 3-10 Elementos que conforman un MOOC
Diferentes fuentes bibliográficas

Con la información recopilada de los diferentes términos que usan distintos autores sobre las plataformas MOOC, a continuación (Tabla 3-11), se presenta el listado de términos a ser utilizados, que nos ayudara a realizar un diagrama UML de las plataformas MOOC.

Términos Similares					Termino Escogido	Descripción del termino
Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4	Fuente 5		
Certificados					Certificados	Término no utilizado debido a que solo una fuente lo considera.
		Curso	Curso	Curso	Curso	Término general utilizado para referirse al curso que será tomado por los estudiantes.
	Módulo 0 Módulo	Unidad Semana Modulo Bloque	Capitulo	Semana Programa Modulo	Modulo	Término utilizado para el programa semanal considerado por las plataformas durante el transcurso del curso.
	Lecciones	Lección Sección Lecturas Temas	Lección	Pasos Modulo Tópico	Lección	Término utilizado para los tópicos a ser tratados en el transcurso de cada módulo.
Recursos educativos			Recursos	Recursos	Recursos	Término utilizado en referencia a el material educativo utilizado por las lecciones, como puede ser videos, texto, etc.
Evaluación	Evaluaciones	Evaluación	Evaluación	Prueba	Prueba	Término utilizado para las evaluaciones a realizarse sobre un curso y a sus respectivos módulos.
			Preguntas			
			Respuestas			
			Puntaje			
Identidad		Perfil del Alumno	Usuario	Perfil Estudiante	Perfil de	Término utilizado

					Estudiante	para la vinculación de un estudiante a un curso.
		Registro	Miembro	Registro	Registro	Término utilizado para el elemento que almacena la información general del estudiante.
Interacción		Foro	Foro	Foro Registro de Actividad	Foro	Término utilizado para el área de discusión del curso, en el cual los estudiantes pueden compartir opiniones.
		FAQ	Mensaje sobre el foro			
		Actividad			Actividad	Término no utilizado debido a que solo una fuente lo considera.
		Lecturas complementarias		Recursos Adicionales	Recursos adicionales	Término no utilizado debido a que solo una fuente lo considera.
		Institución		Institución	Institución	Término no utilizado debido a que solo una fuente lo considera.
		Anuncios sobre el curso	Noticias		Noticias	Término no utilizado debido a que solo una fuente lo considera.
				Categoría	Categoría	Término no utilizado debido a que solo una fuente lo considera.
				Progreso	Progreso	Término no utilizado debido a que solo una fuente lo considera.
				Retroalimentación	Revisión	Término no utilizado debido a que solo una fuente lo considera.

Tabla 3-11 Selección de términos a ser utilizados en el diagrama de clases general para plataformas MOOC.
Fuente: Elaboración Propia

Por lo que, en base a la tabla 3-11 se puede definir una estructura general de las plataformas MOOC en un diagrama de clases (ver Imagen 3-10), considerando los aspectos comunes más relevantes expuestos con anterioridad, este diagrama tiene como objetivo principal el representar la estructura que conllevan comúnmente las diferentes plataformas MOOC.

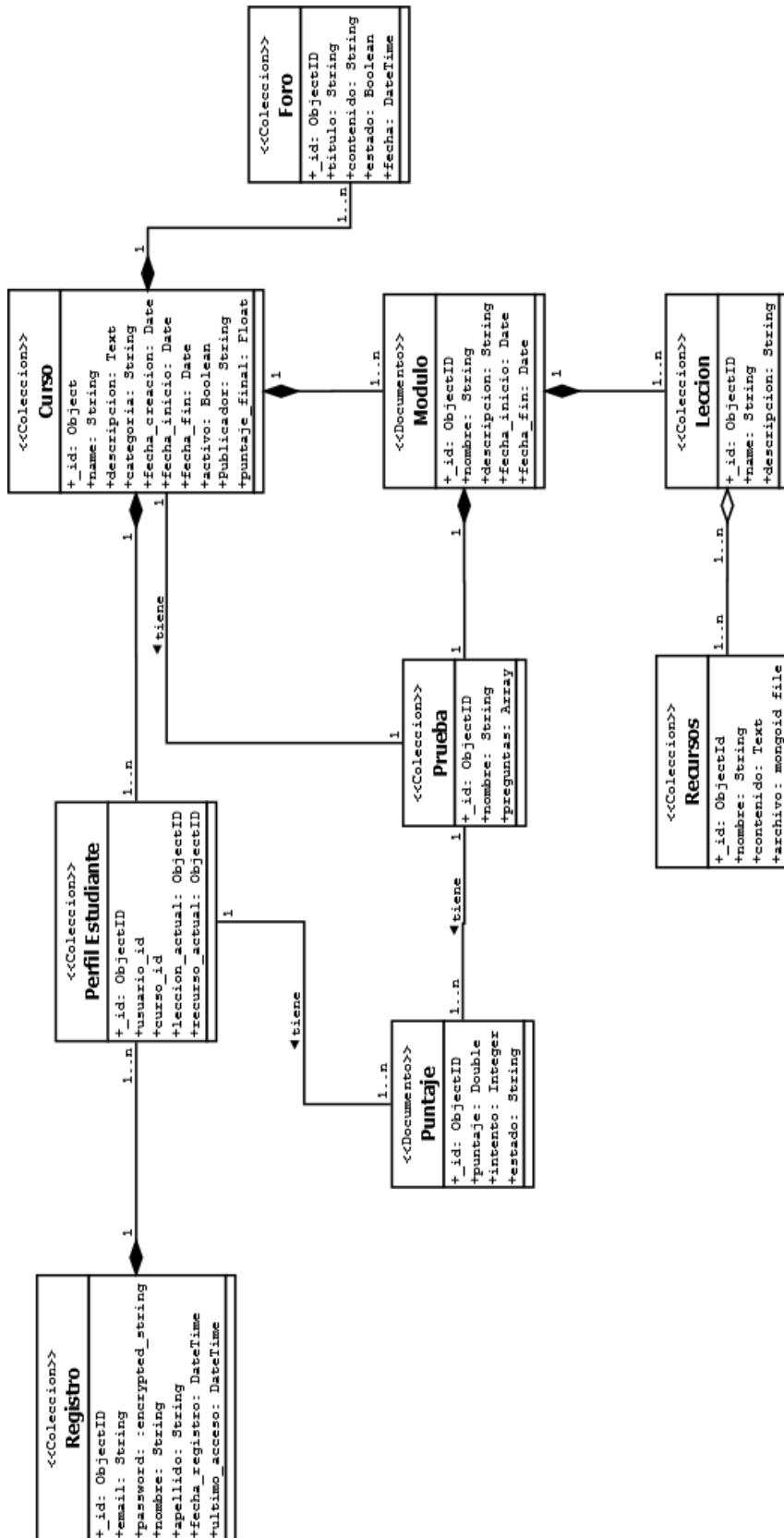


Imagen 3-10 Diagrama genérico para plataformas MOOC.
Fuente: Elaboración Propia



3.6 Selección de la plataforma MOOC a ser utilizada en el caso de estudio.

Se planteó mediante un estudio en base al alcance obtenido por cada una de las plataformas MOOC cuáles eran las más relevantes (tabla 3-9), a continuación, se definirá cuál de ellas será utilizada para el desarrollo práctico de este trabajo de tesis.

Primero, se determinó que, de las plataformas seleccionadas, dos de ellas presentan características de código abierto (tabla 3-7), estas son: OpenLearning y Open edX, siendo este un factor importante a la hora de la selección de la plataforma.

Posterior, se analizó de estas dos plataformas, la posibilidad de instalación en un servidor local, siendo hasta la fecha de realización del estudio comparativo de las plataformas (diciembre/2015) Open edX como la única que permite este proceso. La instalación de forma local es necesaria debido a que permite realizar actividades sobre un servidor de prueba antes de la publicación del curso MOOC en un servidor de producción.

Considerando que solamente la plataforma Open edX presenta características de código abierto y permite la instalación de un servidor local, se tomara como elemento de estudio esta plataforma, en el próximo capítulo se analizará la plataforma a más detalle.

3.7 Recapitulación

Las plataformas MOOC se pueden definir en base a lo mencionado anteriormente como “Sistemas en línea que permiten la administración, creación y distribución de cursos MOOC, brindan a sus usuarios la posibilidad acceder a los cursos de calidad ofertados en su entorno de una forma gratuita y organizada”. Su principal diferencia con los LMS es que rompen el paradigma jerárquico de la educación tradicional.

Las plataformas MOOC deben cumplir con un conjunto de características para poder ser identificadas como tal, donde la más destacable es la capacidad almacenar uno o varios cursos simultáneamente y la capacidad de gestionar actividades y tareas de los participantes de dichos cursos.

Existen diversas plataformas MOOC a nivel mundial, sobre las cuales se realizó un estudio comparativo considerando un conjunto de factores (País,



Idioma, Numero de cursos, Numero de estudiantes, etc.) delimitando este análisis a seis plataformas: Coursera, edX, Alison, FutureLearn, MiriadaX y OpenLearning.

En base a las seis plataformas seleccionadas para el análisis se procedió con la creación de un modelo de clases genérico que represente la estructura de un curso MOOC en cualquier plataforma de forma general.

Se procedió con la selección de la plataforma MOOC a ser utilizada en el caso de estudio, quedando seleccionada la plataforma de código abierto distribuida por edX llamada Open edX, por la posibilidad de instalarla en un servidor local o propio de la institución.



Capítulo 4 : Autorregulación del Aprendizaje y Estilos de Aprendizaje

4.1 Introducción

En esta sección el lector encontrará una descripción de ciertos aspectos de comportamiento y rasgos psicológicos emocionales que intervienen en el proceso de aprendizaje de las diferentes personas, estos procesos son conocidos como la autorregulación del aprendizaje y los estilos de aprendizaje. Se analizará de forma general cuáles son los principales aspectos de estos conceptos y cómo caracterizan a los distintos tipos de estudiantes.

4.2 Autorregulación del Aprendizaje

El aprendizaje autorregulado (AAR) o Self-Regulated Learning (SRL - inglés), es un concepto que se refiere al manejo general de la propia conducta académica, a través de procesos interactivos entre distintos sistemas de control como, por ejemplo: atención, meta-cognición, cognición, motivación, emociones, acciones y manejo de recursos, con el fin de tomar las acciones necesarias que le permitan alcanzar las metas y perseverar hasta lograrlo (Puustinen & Pulkkinen, 2001b).

Según investigadores de la autorregulación del aprendizaje, para ayudar a los estudiantes, estos se deben ver expuestos a desafíos que permitan desarrollar procesos claves, definiendo metas precisas, manejando de forma adecuada el tiempo, realizar una autoevaluación, que los estudiantes soliciten o busquen ayuda, atender a sus creencias, motivaciones y a la eficiencia e interés intrínsecos de la tarea. La autorregulación del aprendizaje en este sentido aporta con enfoques de aprendizajes profundos y esenciales para incrementar la motivación y el aprendizaje académico de calidad (Fuentes & Rosário, 2013).

En los últimos 30 años, se han desarrollado un gran número de modelos que intentan explicar cómo se desarrolla el proceso de autorregulación del aprendizaje en las personas (Zimmerman, 2015), uno de los modelos más aceptados que explica de manera exhaustiva el aprendizaje autorregulado es el modelo propuesto por Pintrich (Pintrich, 2000) en el que define la autorregulación del aprendizaje como un proceso activo y constructivo donde el



estudiante establece metas para su tarea e intenta planificar, supervisar, controlar y regular su cognición, motivación y conducta, dirigido y limitado tanto por dichas metas como por las características contextuales del entorno.

En base a lo antes expuesto es posible afirmar que la autorregulación del aprendizaje no es una aptitud mental como por ejemplo la competencia verbal, más bien es un proceso que desarrolla el estudiante y que les permite transformar sus estrategias en competencias académicas. (Fuentes & Rosário, 2013). Según Zimmerman, existen evidencias que el uso de estrategias y procesos autorregulados está correlacionado con medidas de capacidad cognitiva tales como la actitud verbal (Zimmerman, 1994).

En los últimos 30 años, se han desarrollado un gran número de modelos que intentan explicar cómo se desarrolla el proceso de SRL en las personas (Boekaerts, 1999) (Zimmerman, 2015). Estos han servido como punto de partida para proponer métodos que sirvan para estudiar el uso de estrategias de SRL durante el proceso de aprendizaje.

Estos modelos pueden ser categorizados como (1) modelos basados en componentes y (2) modelos basados en procesos (Wirth & Leutner, 2008). Los modelos basados en componentes describen la SRL en términos de diferentes estrategias que promueven o fomentan la autorregulación y que son consideradas como características perdurables en la persona. Además, describen las estrategias de autorregulación sin especificar en qué fase del proceso de aprendizaje se necesitan (Boekaerts, 1999). Los modelos basados en procesos describen el proceso "ideal" de SRL en términos de una serie de fases o eventos durante el proceso de aprendizaje.

Estos modelos describen las estrategias típicas que se tienen que cumplir en las diferentes fases del proceso de aprendizaje (Zimmerman, 1998). Ejemplos de este tipo de modelos son los desarrollados por Zimmerman (Zimmerman, 2000), Boekaerts (Boekaerts, 1999), Borkowski (Borkowski, 1996) y Winne y Hadwin (Winne & Hadwin, 1998). En un MOOC, la SRL puede ser estudiada desde ambas perspectivas dependiendo del modelo: (1) como una aptitud, utilizando cuestionarios de autorreporte para entender su perfil de SRL; o (2) como un evento o proceso (conjunto de eventos interrelacionados) fruto de la interacción de un estudiante con los elementos u objetos de aprendizaje de un MOOC. En este trabajo de titulación se ha adoptado el modelo de SRL de Pintrich por ser uno de los más establecidos en la literatura (Roth, Ogrin, & Schmitz, 2015).



4.3 Estilos de Aprendizaje

Los Estilos de Aprendizaje (EA) pueden ser entendidos como los rasgos cognitivos y afectivos, que sirven como indicadores sobre cómo los estudiantes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje (Keefe, 1988). Los rasgos cognitivos se vinculan con las preferencias que tienen los estudiantes para percibir y procesar la información que aprenden; los afectivos con las motivaciones y expectativas que tienen al encarar su aprendizaje. Para Kolb (2005), los EA son las capacidades preferenciales para aprender y que son consecuencia de factores hereditarios, experiencias previas y exigencias del ambiente actual en el cual se encuentra inserto el individuo.

4.3.1 Clasificación de los Estilos de Aprendizaje

En la actualidad, existe una variedad de modelos que identifican distintos tipos de EA. A continuación, se mencionan algunos de los más destacados: (1) Rita y Keneth Dunn (Dunn & Dunn, 1978) crearon un modelo que se focaliza en las modalidades perceptuales a través de las cuales los estudiantes responden en las tareas de aprendizaje: estilo visual, estilo auditivo y estilo táctil o kinestésico. (2) Felder y Silverman (Felder & Silverman, 1988) proponen cinco dimensiones para definir los EA, estas dimensiones se vinculan con el tipo de información (sensitivo/intuitivo), de estímulo preferencial (visual/verbal), la forma de organizar la información (inductivo/deductivo); de procesar y comprender la información (secuencial/global); de trabajar con la información (reflexivo/activo). (3) Myers y Briggs (Briggs & Myers, 1977) definen los EA a partir de cuatro dimensiones que describen preferencias: orientación a la vida (introversión/extroversión), percepción (sensorial/intuición), toma de decisiones (racional/emocional) y actitud hacia el afuera (juicio/percepción).

En este trabajo se ha adoptado la clasificación propuesta por Alonso, Gallego y Honey (Alonso, Gallego, & Honey, 1994), quienes al igual que Kolb (Kolb & Kolb, 2005), proponen que los mejores aprendizajes se generan cuando los estudiantes pasan por cuatro fases de manera cíclica. Estas fases son: 1) Actuar, 2) Reflexionar, 3) Teorizar y 4) Experimentar. Y en base a estas fases, estos autores definen los siguientes estilos de aprendizaje:

- Activo
- Reflexivo
- Pragmático



- Teórico

Este modelo fue seleccionado por dos razones. En primer lugar, este modelo está basado en investigaciones previas que le dan validez. Por otro lado, existe un cuestionario (el CHAEA) que, basado en este modelo, permite identificar los EA. Este cuestionario existe en español y ha sido validado en estudios previos (Alonso et al., 1994).

Cabe recalcar que esta clasificación no refleja la inteligencia de las personas, ni tampoco se puede decir que las personas que presentan ciertos estilos de aprendizaje van a tener mejores resultados que las que no, solamente refleja la forma de aprender de cada quien en base a su comportamiento (Alonso et al., 1994).

4.3.1.1 Activos

Son personas que se implican plenamente a nuevas experiencias, de mente abierta, nada escépticos y realizan con entusiasmo tareas nuevas, tienden a llenar su vida de actividad pretendiendo siempre no quedarse sin tener nada que hacer. Sus principales características son:

- Animador
- Improvisador
- Descubridor
- Arriesgado
- Espontaneo

4.3.1.2 Reflexivos

Consideran sus experiencias y las observan desde diferentes perspectivas, analizan la información que reúnen con detenimiento previamente a llegar a una conclusión. Sus principales características son:

- Ponderado
- Concienzudo
- Receptivo
- Analítico
- Exhaustivo

4.3.1.3 Teóricos

Adaptan e integran las observaciones dentro de teorías lógicas y complejas, tienden a enfocar los problemas de una forma escalonada verticalmente



clasificándolos en etapas lógicas, también se caracterizan por ser perfeccionistas. Sus principales características son:

- Metodológico
- Lógico
- Objetivo
- Critico
- Estructurado

4.3.1.4 Pragmáticos

Se caracterizan por aplicar prácticamente sus ideas, descubren el aspecto positivo de las nuevas ideas e intentan experimentarlas a la primera oportunidad. Sus principales características son:

- Experimentador
- Practico
- Directo
- Eficaz
- Realista

4.4 Recapitulación

El nivel de autorregulación del aprendizaje es un proceso que se da en tres fases (planificación, ejecución y control), es un proceso instintivo en el que en algunas ocasiones las personas no son conscientes del mismo, pero permite que las personas logren tener control sobre el proceso de aprendizaje, regulando diversas estrategias que le permitan alcanzar sus objetivos propuestos.

En cuanto a los estilos de aprendizaje estos no determinan la inteligencia de una persona, sino que determinan la preferencia a una forma que se tiene para aprender y los medios que les ayudan a procesar más efectivamente la información en base a sus rasgos cognitivos y afectivos.

Capítulo 5 : Plataforma Open edX

5.1 Introducción

Open edX es una plataforma de código abierto, basada en la web, diseñada para crear y distribuir cursos en línea. Fue creada por la organización sin ánimo de lucro EdX, en colaboración de la Universidad de Harvard y el Instituto tecnológico de Massachusetts (MIT), EdX ofrece cursos MOOC de distintas organizaciones educativas de todo el mundo a través de su sitio web www.edx.org.

Open edX permite a las organizaciones levantar su propia plataforma de distribución de cursos MOOC mediante la instalación en un servidor de producción, lo que da la posibilidad de construir herramientas de aprendizaje a los educadores y tecnólogos pertenecientes a la organización, a la vez que les permite contribuir con nuevas características para la plataforma.



Imagen 5-1 Logo de Open edX:
Fuente: open.edx.org

5.2 Características Principales

Open edX ofrece varias características⁷ como son: contar con la posibilidad de mostrar lecciones grabadas en video con subtítulos e indexación sobre los propios subtítulos, posibilidad de añadir materiales de estudio (libros, notas), permitir la realización de evaluaciones, creación de un laboratorio virtual con interfaz interactivo (por ejemplo, para problemas de electrónica), calendario/planificación del curso, soporte multi-idioma, foros de discusión, wikis, informes de progreso, sistema para la implementación de analítica de aprendizaje, diferentes tipos de evaluación de tareas (evaluación entre pares, auto-evaluación y evaluación automática mediante técnicas de aprendizaje

⁷<http://ikasten.io/2014/05/21/introduccion-a-open-edx/>

automático), sistema de notificación de eventos por correo electrónico, emisión de certificados de completamiento, y sobre todo la plataforma está pensada desde el principio para ser escalable.

5.3 Arquitectura de Open edX

El principio de escalabilidad de Open edX se ve reflejado en que su arquitectura, la cual está formada por múltiples componentes, que son un conjunto de piezas o elementos de software que se ejecutan de manera independiente con el fin de brindar los servicios requeridos a la plataforma y sus usuarios. Los principales componentes de la arquitectura de Open edX son:

- CMS:** Content Management System también llamado edX Studio, es la herramienta que se utiliza Open edX para la construcción de los cursos, permite la creación de la arquitectura del curso, así como la inclusión de su contenido y la administración del mismo, para usar esta herramienta no es necesario ningún software adicional ya que se ejecuta directamente sobre el navegador.

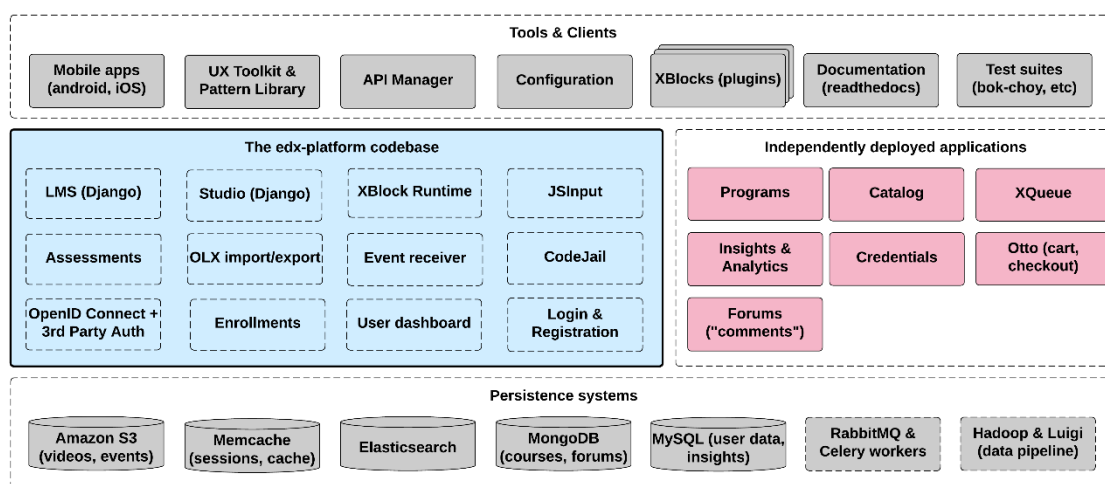


Imagen 5-2 Arquitectura de la plataforma Open edX.
Fuente: <https://edx.readthedocs.io>

- LMS:** Learning Management System o sistema de gestión de aprendizaje es la parte de Open edX que interactúa con los estudiantes del curso, en este componente se muestra el contenido del curso, los cuestionarios y evaluaciones, los foros de discusión y las aplicaciones interactivas, además de contar con un centro de mando para el instructor. El LMS utiliza una

serie de almacenes de datos, los cursos se almacenan en MongoDB junto con las referencias a los videos almacenados en YouTube y Amazon CDN, mientras que los datos de los estudiantes se almacenan en MySQL.

- **Cs Comments Service:** Es un servicio de gestión de comentarios desarrollado en Ruby que interactúa con la base de datos de MongoDB, se encarga de gestionar los comentarios realizados por los instructores.
- **XBlocks:** Arquitectura para la construcción de extensiones y cursos para Open edX ver Imagen 5-3. Los xBlocks son componentes independientes e integrables entre si creados por la comunidad de desarrolladores de Open edX cuyo objetivo es la incorporación de nuevas funcionalidades y mejoras a los cursos con el fin de que resulten ser más agradables y llamativos para los estudiantes.

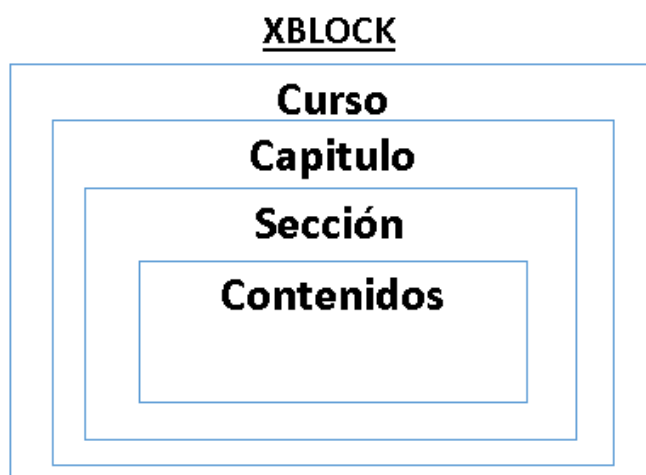


Imagen 5-3 Arquitectura de xBlocks.
Fuente: Elaboración Propia

- **MongoDB:** Se trata de una base de datos NoSQL utilizada para importar el contenido del curso y la información de los foros de discusión, utiliza ElasticSearch, el cual es un servidor de búsqueda basado el Lucene⁸, que provee un motor de búsqueda de texto completo, distribuido con resultados de documentos en formato tipo JSON.

⁸ Es una API de código abierto para la recuperación de información implementada en JAVA.

- **Base de datos relacionales:** Base de datos que almacena principalmente la información de los usuarios de la plataforma. Se indagará más a detalle en puntos posteriores.

A su vez, se incluyen un conjunto de componentes adicionales que describiremos a continuación:

- **EdX ORA (Open Response Assessor):** Modulo de evaluación de respuestas abiertas, es un servicio externo de Open edX que implementa varios métodos de calificación como Calificación por pares, etc.
- **XQueue Service:** Se trata de un servicio que proporciona una interfaz de comunicación entre el LMS y servicios externos varios, como ORA.

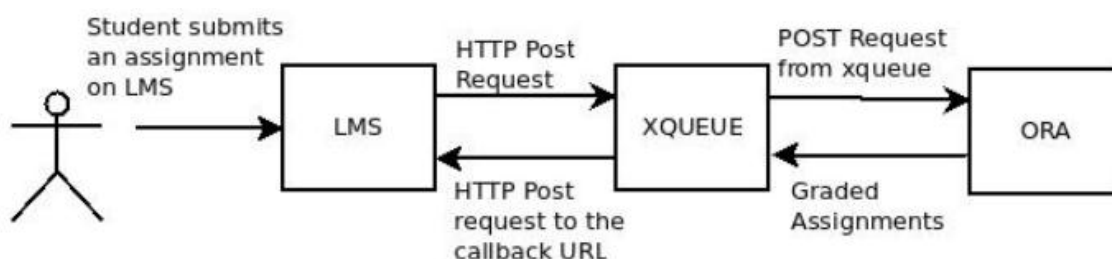


Imagen 5-4 Interacción del LMS con XQUEUE y ORA.
Fuente: <http://goo.gl/KpVfjr>

- **XServer:** Modulo de evaluación de actividades de estudiantes, mediante XQueue intercambia un código de revisión hacia un revisor anónimo el cual devuelve la evaluación de las tareas del estudiante.
- **Discern:** Componente que permite utilizar tecnología basada en machine-learning para la clasificación automatizada de texto a través de una API. Esta API se comporta como un envoltorio sobre el cual los estudiantes interactúan con el contenido del curso y les brinda retroalimentación enfocándose en lo aprendido por la API. Funciona en base a un repositorio EASE.
- **EASE:** Inteligencia artificial mejorada del motor de puntuación es una biblioteca que permite clasificación en función del aprendizaje automático de contenido textual. Funciona a la par con Discern.
- **EdX Insights:** Es un módulo analítico diseñado para entregar datos a través de visualizaciones y métricas clave, con el fin de aprender los que hacen sus estudiantes mientras interactúan con el curso. Proporciona datos



referentes a la actividad posterior a la inscripción de los estudiantes en el curso, así como su compromiso con el contenido del mismo.

- **Notifier:** Componente encargado de notificar a los estudiantes la publicación de nuevo contenido en foros de cursos de los cuales sean partícipes.

5.4 Estructura de la Base de Datos de Open edX

Open edX, consta de tres bases de datos, MySQL, SQLite y Mongo DB, en entornos localdev se utiliza SQLite como sistema de gestión de base de datos relacional, para entornos de producción se utiliza MySQL. Para este trabajo de titulación la descripción se realizará con respecto a una instalación en producción.

MongoDB es un gestor de datos NoSQL distribuido de tipo documental, esto quiere decir que, en lugar de guardar los datos en registros, guarda los datos en documentos, los cuales son almacenados en formato BSON, que es una representación binaria de JSON. MongoDB almacena todo el contenido del curso y de los foros de discusión.

Mientras que MySQL es una base de datos relacional, que almacena la información en tablas que se relacionan entre ellas, MySQL almacena todos los datos de usuario.

5.4.1 MongoDB

Los datos se guardan en documentos tipo JSON con un esquema dinámico llamado BSON (Binary JSON) y estos documentos en colecciones, podríamos decir que, si hacemos una comparación con las bases de datos relacionales, las tablas equivaldrían a las colecciones y los documentos serían los registros de la tabla.

La estructura de estos documentos es del tipo clave-valor (en inglés key-value pairs), separados por ':', donde la clave es el nombre del campo y el valor es su contenido. También, BSON, guarda de forma explícita toda la información útil que permita búsquedas rápidas de datos, por ejemplo, las longitudes de los campos o los índices de los Arrays, lo que hace que destaque por su velocidad y su sencillo sistema de consulta de contenidos (Collado Sánchez, 2014).


```
{
  "_id" : {
    "tag" : "14x",
    "org" : "uc3m",
    "course" : "CP01",
    "category" : "course",
    "name" : "2014_I1",
    "revision" : null
  },
  "definition" : {
    "children" : [
      "14x://uc3m/CP01/chapter/7045ffa8f0044e24b48b105df291d01f",
      "14x://uc3m/CP01/chapter/eab1a6edd43248a98a14b1c5c42bf40",
      "14x://uc3m/CP01/chapter/a1748cb05b1b46bf9f984a1ec2787404"
    ],
    "data" : {
      "wiki_slug" : "CP01"
    }
  },
  "metadata" : {
    "display_name" : "Prueba 1",
    "tabs" : [
      {
        "type" : "courseware",
        "name" : "Courseware"
      },
      {
        "type" : "course_info",
        "name" : "Course Info"
      },
      {
        "type" : "discussion",
        "name" : "Discussion"
      },
      {
        "type" : "wiki",
        "name" : "Wiki"
      },
      {
        "type" : "progress",
        "name" : "Progress"
      },
      {
        "type" : "static_tab",
        "name" : "Recommend me!",
        "url_slug" : "f4e1065fda654b6b910b62742afad761"
      }
    ],
    "enrollment_start" : "2014-02-15T23:00:00Z",
    "discussion_topics" : {
      "General" : {
        "id" : "14x-uc3m-CP01-course-2014_I1"
      }
    },
    "start" : "2014-03-31T22:00:00Z",
    "enrollment_end" : "2014-09-29T22:00:00Z",
    "end" : "2014-12-30T23:00:00Z"
  }
}
```

Imagen 5-5 Documento Tipo "Course" en MongoDB.
Fuente:(Collado Sánchez, 2014)

MongoDB consta de dos bases de datos: (Collado Sánchez, 2014)

- **xmodule:** Contiene las definiciones y los metadatos. Aquí, la colección "modulestore" guarda los documentos con el contenido y la información de los cursos.



- **xcontent:** Contiene archivos que se hayan añadiendo al contenido del curso, como PDFs.

Al tener un esquema dinámico, la estructura de los documentos almacenados en la colección 'modulestore' varía en función de la información que contenga, es decir, si, por ejemplo, con los datos de un curso, no encontraremos los mismos atributos que si fuera una sección, una subsección o un problema. Pero sí que hay cuatro campos fijos:

- **id:** diccionario que almacena la localización del módulo. La URL se divide en partes y cada parte se almacena en un campo distinto.
- **definition:** diccionario que almacena los campos referentes al contenido del módulo.
- **definition.children:** lista de los localizadores (URLs) de los hijos del módulo.
- **metadata:** diccionario que almacena los campos referentes a la configuración del módulo.

5.4.2 MySQL

Open edX almacena la información referente a los usuarios: registros, inscripciones a los cursos, progreso, etc. En este trabajo de titulación la base de datos es "edxapp", que permitirá obtener la información de los usuarios. La imagen 5-7 muestra las tablas que se encuentran en la base de datos edxapp.

La base de datos edxapp consta de 167 tablas, a continuación, se hará una descripción de las más relevantes:

- **auth_user:** Almacena información acerca del registro de cada usuario brindándonos su respectivo ID y su correspondiente correo electrónico.
- **courseware_studentmodule:** Mantiene el estado del estudiante para un módulo en particular, en un curso particular.
- **courseware_studentmodulehistory:** Mantiene una historia completa de todos los cambios hechos por un xModule por un estudiante.
- **courseware_offlinecomputedgrade:** Tabla de calificaciones para un usuario y un curso dado.
- **courseware_offlinecomputedgradelog:** Guarda los LOG cuando se realizan nuevas calificaciones. Se usa para que el instructor sepa cuando ha sido el último cambio en las calificaciones.

- **psychometrics_psychometricdata:** Guarda los datos que vinculan al estudiante, modulo, y el rendimiento del módulo, incluyendo el número de intentos, la calificación, la calificación máxima, y el tiempo usado.
- **student_anonymoususerid:** Contiene la información del usuario a través de su ID anónimo por curso.
- **student_courseenrollment:** Representa el registro de inscripción de un estudiante para su respectivo curso.
- **track_trackinglog:** Almacena los campos de registro de seguimiento.
- **courseware_studentmodule:** Almacena el estado de seguimiento de los cursos por parte de los estudiantes.

Por el lado de los estudiantes los orígenes de eventos provienen de acciones tales como la inscripción, el registro de entrada / salida, la navegación, la interacción de vídeo, libros de texto, la interacción con evaluaciones, o actividad dentro foro. El formato de datos en la que se almacenan estos eventos se presenta en la tabla track_trackinglog de MySQL en la Imagen 5-6. Un ejemplo particular de estos eventos para los vídeos se puede ver en la Imagen 5-8. Estos datos de bajo nivel pueden ser procesados para obtener información útil como la detección de vídeo oportunidades de mejora mediante el examen de si hay una parte específica donde la mayoría de los estudiantes pausa en el vídeo, adelanta o retrocede un video (Santofimia Ruiz, Pijeira Díaz, Ruipérez-Valiente, Muñoz-Merino, & Delgado Kloos, 2014).

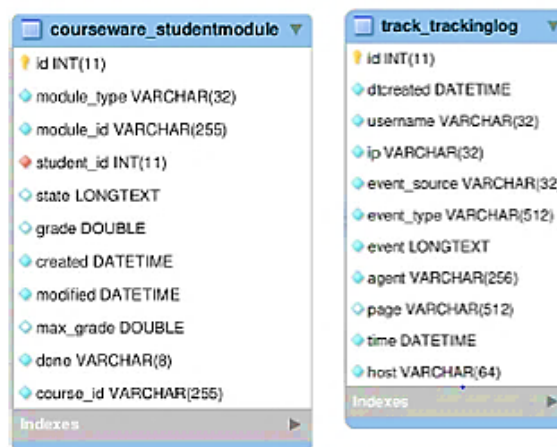


Imagen 5-6 Tablas de ejemplo de la base de datos edxapp.
Fuente: Elaboración Propia

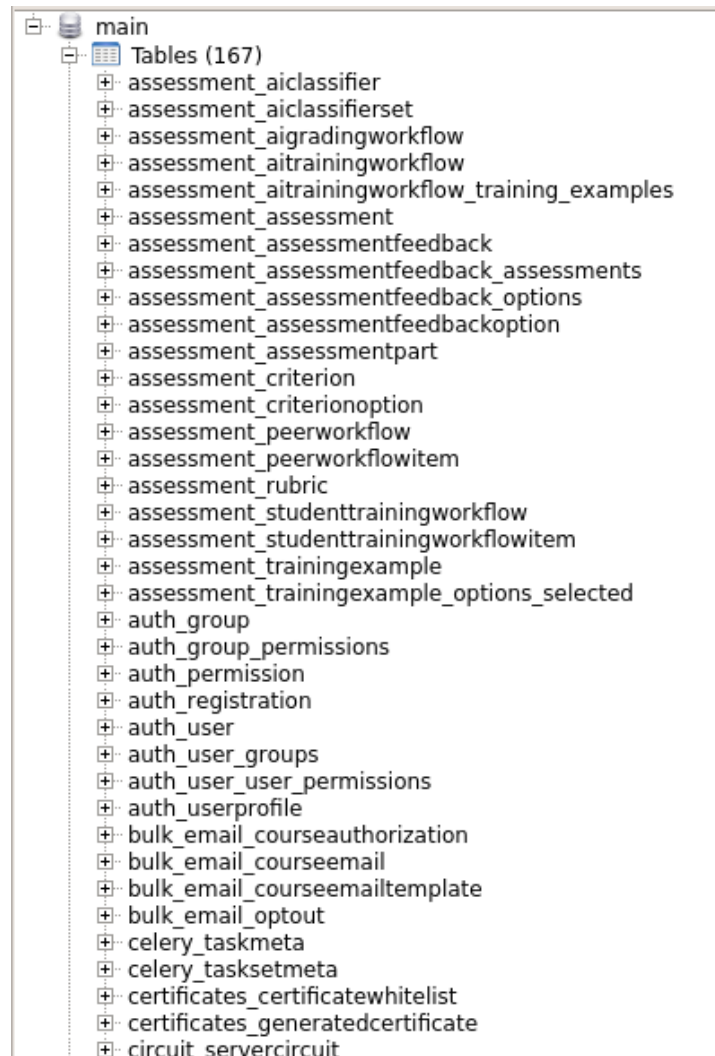


Imagen 5-7 Tablas de la base de datos edxapp.
Fuente: Elaboración Propia

username	ip	event_source	event_type	time	host
staff	10.0.2.2	browser	load_video	2014-07-09 13:18:14	precise64
staff	10.0.2.2	browser	play_video	2014-07-09 13:18:18	precise64
staff	10.0.2.2	browser	play_video	2014-07-09 13:18:19	precise64
staff	10.0.2.2	browser	seek_video	2014-07-09 13:18:22	precise64

Imagen 5-8 Registro de eventos extraído de Open edX.
Fuente: Elaboración Propia

5.4.3 Archivo Tracking.log

El archivo Tracking.log es un archivo que se encarga de almacenar todos los eventos realizados sobre la plataforma Open edX en un formato JSON. Los eventos que se almacenan son emitidos tanto por el servidor, navegador, o

dispositivo móvil, a los cuales podemos llamar emisores, dichos eventos se refieren a información referente a la interacción que se realiza sobre el material del curso y el tablero de instrumentos en el LMS de la plataforma.

Para tener acceso a este archivo es necesario ingresar a la ruta /edx/var/log/tracking/. En esta ruta se encontrarán un conjunto de archivos comprimidos que contienen toda la interacción que los participantes realizan sobre la plataforma.

A continuación, la imagen 5-9 con información de un archivo tracking.log, para mantener la privacidad de los participantes del curso se procedió a anonimizar sus datos personales (username, ip) cubriéndolos con recuadros blancos.

```
{ "username": "[REDACTED]", "event_type": "/dashboard", "ip": "[REDACTED]", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/49.0.2623.87 Safari/537.36", "host": "educacionvirtual.cedia.org.ec", "referer": "http://educacionvirtual.cedia.org.ec/dashboard", "accept_language": "es-ES,es;q=0.8,en;q=0.6", "event": "{\"POST\": {}, \"GET\": {}", "event_source": "server", "context": {"user_id": 89, "org_id": "", "course_id": "", "path": "/dashboard"}, "time": "2016-03-10T02:04:16.801439+00:00", "page": null}
{ "username": "[REDACTED]", "event_type": "/i18n.js", "ip": "[REDACTED]", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/49.0.2623.87 Safari/537.36", "host": "educacionvirtual.cedia.org.ec", "referer": "http://educacionvirtual.cedia.org.ec/dashboard", "accept_language": "es-ES,es;q=0.8,en;q=0.6", "event": "{\"POST\": {}, \"GET\": {}", "event_source": "server", "context":
```

Imagen 5-9 Archivo de ejemplo de Tracking.log – Información personal de los participantes anonimizada (Rectángulos en blanco)
Fuente: Elaboración Propia

La información del log anterior puede ser visualizada de una mejor manera para ello se utilizó un visor JSON, mostrando el siguiente resultado.

```
{
  "username": "[REDACTED]",
  "event_type": "/dashboard",
  "ip": "[REDACTED]",
  "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/49.0.2623.87 Safari/537.36",
  "host": "educacionvirtual.cedia.org.ec",
  "referer": "http://educacionvirtual.cedia.org.ec/dashboard",
  "accept_language": "es-ES,es;q=0.8,en;q=0.6",
  "event": "{\"POST\": {}, \"GET\": {}}",
  "event_source": "server",
  "context": {
    "user_id": 89,
    "org_id": "",
    "course_id": "",
    "path": "/dashboard"
  },
  "time": "2016-03-10T02:04:16.801439+00:00",
  "page": null
}
{
  "username": "[REDACTED]",
  "event_type": "/i18n.js",
  "ip": "[REDACTED]",
  "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/49.0.2623.87 Safari/537.36",
  "host": "educacionvirtual.cedia.org.ec",
  "referer": "http://educacionvirtual.cedia.org.ec/dashboard",
  "accept_language": "es-ES,es;q=0.8,en;q=0.6",
  "event": "{\"POST\": {}, \"GET\": {}}",
  "event_source": "server",
  "context": {
    "user_id": 89,
    "org_id": "",
    "course_id": "",
    "path": "/i18n.js"
  },
  "time": "2016-03-10T02:04:16.964089+00:00",
  "page": null
}
```

Imagen 5-10 Visualización archivo tracking.log con un visor de JSON - Información personal de los participantes anonimizada (Rectángulos en blanco)
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar el archivo tracking.log cuenta con una variedad extensa de eventos que representan las diversas interacciones que los participantes pueden tener dentro de la plataforma, para nuestro estudio todos estos eventos no serán utilizados, se descartan los eventos que genera el servidor y únicamente se utilizan eventos que permiten determinar el recorrido de los participantes a lo largo del curso.

5.4.3.1 Campos Comunes de los Eventos

El archivo Tracking.log almacena varios eventos, los cuales generalmente representan una acción de los emisores sobre la plataforma, a pesar de que dichos eventos representan acciones completamente distintas tienen un conjunto de campos comunes, los cuales describiremos en orden alfabético, por lo que es posible que en el registro de eventos se presenten en otro orden diferente al expuesto a continuación:

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
Accept_Lenguaje	String	Identifica el lenguaje por defecto del navegador.
Agent	String	Identifica al principal agente de usuario que produce, provoca o inicia el evento.
Context	Object	Contiene un conjunto de sub-campos que

		describen información contextual del evento, estos sub campos pueden ser comunes para todos los eventos (Tabla 5-2) pero puede contener campos adicionales en el caso de que el evento lo permita (Tabla 5-3).
Event	Object	Este campo identifica a todos los campos específicos de cada evento iniciado, estos campos pueden variar dependiendo del tipo de evento disparado (Sección 5.4.3.2).
Event_Source	String	Identifica el origen de la interacción que desencadenó el evento, puede asumir cuatro valores específicos que son los siguientes: 'BROWSER', 'MOBILE', 'SERVER', 'TASK'.
Event_Type	String	Identifica el tipo de evento registrado, este valor depende del campo EVENT_SOURCE.
Host	String	Identifica el sitio visitado por el usuario.
IP	String	Identifica la dirección IP utilizada por el usuario cuando inicia el evento.
Name	String	Identifica el tipo de evento lanzado.
Page	String	Identifica la URL de la página que estaba siendo visitada al momento de generar el evento.
Referer	String	Identifica la cabecera del HTTP del cual llegó el evento.
Session	String	Almacena una cadena de 32 caracteres para la sesión de un usuario específico.

Tabla 5-1 Campos Comunes de los Eventos.
Fuente: Elaboración Propia

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
Course_Id	String	Identifica el curso sobre el cual se generó el evento.
Org_Id	String	Identifica la organización que oferta el curso.
Path	String	Identifica la URL que genera el evento
User_Id	Number	Identifica al usuario que realizó la acción registrada.

Tabla 5-2 Sub-campos del campo Context para todos los eventos.
Fuente: Elaboración Propia

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
Course_User_Tags	Object	Identifica la clave y el valor de la tabla user_api_usercoursetag para el usuario en el curso especificado.
Module	Object	Identifica información sobre los componentes que se involucran en un evento generado por el servidor.

Tabla 5-3 Campos adicionales de eventos específicos.
Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.2 Eventos de Estudiantes

Los eventos pueden ser clasificados como eventos de estudiante, eventos del curso dependiendo de su origen, para el presente análisis se utilizarán únicamente los eventos de estudiante, hay que indicar que esta sección hay un conjunto numeroso de eventos y describirlos todos no está en el alcance de este documento, motivo por el cual únicamente se describirán los eventos que permiten conocer como fue el recorrido que realizan los participantes sobre un curso MOOC, desarrollado en la plataforma Open edX.

5.4.3.3 Eventos de Inscripción

Se describen los eventos que el servidor emite al momento de la inscripción de un participante dentro de un curso.

EVENTO	DESCRIPCIÓN
edx.course.enrollment.activated	Cuando un estudiante se inscribe en un curso, el servidor emite este evento. Por ejemplo, cuando un estudiante hace clic en inscribirse en un curso en el sitio edx.org, el servidor emite este evento. Además, las acciones de los miembros del equipo de curso también generan eventos de inscripción (Tabla 5-5).
edx.course.enrollment.deactivated	Este evento es ejecutado por el servidor cuando el estudiante hace clic en el botón Anular Inscripción. Además, las acciones de los miembros del equipo de curso también generan eventos de inscripción (Tabla 5-5).
edx.course.enrollment.mode_changed	El servidor emite este tipo de evento cuando cambia el proceso student_courseenrollment.mode a un modo diferente.
edx.course.enrollment.upgrade.clicked	Este evento se emite cuando el estudiante se matricula como "audit" o "honor", en un curso.
edx.course.enrollment.upgrade.succeeded	El servidor emite este evento cuando el proceso de actualización de student_courseenrollment.mode "auditoría" o "honor" a "verificado" se ha completado.

Tabla 5-4 Eventos de inscripción. Fuente: Elaboración Propia



CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
course_id	String	El curso en el que estaba inscrito o matriculado el estudiante. Si se utiliza una herramienta externa para inscribirse o anular la inscripción de los estudiantes, este campo contiene un valor y el campo context.course_id es nulo.
mode	String	Identifica el modo de inscripción del estudiante. (audit, honor, professional, verified).
user_id	Number	Identifica al estudiante que se inscribe o anula su inscripción en un curso.

Tabla 5-5 Campos relacionados con la inscripción de los participantes.
Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.3 Eventos de Navegación

Los eventos de navegación permiten saber cómo un participante realizó el recorrido de un curso. Los eventos que se manejan son los siguientes:

EVENTO	DESCRIPCIÓN
page_close	Este evento se registra desde una acción JavaScript.
seq_goto	Se emite cuando un usuario salta entre las unidades en una secuencia.
seq_next	Se emite cuando un usuario navega a la siguiente unidad en una secuencia.
seq_prev	Se emite cuando un usuario navega a la unidad anterior en una secuencia.

Tabla 5-6 Eventos de navegación de los participantes en un curso MOOC.
Fuente: Elaboración Propia

Los eventos seq_goto, seq_next y seq_prev, cuentan con algunos campos, los mismos que se describen a continuación.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN
id	Number	Identifica el id EDX de la secuencia.
new	Number	Para seq_goto, el índice de la unidad que se saltó al valor especificado. Para seq_next y seq_prev, el índice de la unidad navega al valor especificado.
old	Number	Identifica la pestaña origen del evento.

Tabla 5-7 Campos de identificación de pestañas dentro del curso MOOC.
Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.4 Colección *Modulestore.structures*

Esta colección contiene la información referente a los contenidos del curso en base a sus respectivas semanas y los puntos a ser tratados en dichas semanas, viene estructurada de la siguiente manera:

```
{
  "_id" : course_guid,
  "blocks" : {
    block_guid : { // the guid is an arbitrary id to represent this node in the course tree
      "fields" : {"children": [ block_guid* ], ...}
      "definition" : definition_guid,
      "category" : "section" | "sequence" | ...
      "edit_info" : {"edited_on" : date, "edited_by" : user, "previous_version": course_guid}
      ...// more guids
    },
  },
  "root" : block_guid,
  "original" : course_guid, // the first version of this course from which all others were derived
  "previous" : course_guid | null, // the previous revision of this course (null if this is the original)
  "edited_by" : user_id,
  "edited_on" : date
}
```

Imagen 5-11 Estructura de la colección *Modulestore.structures*.
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, describiremos los campos más relevantes que conforman la colección:

CAMPO	DESCRIPCIÓN
blocks	Cada bloque es un nodo en el curso, puede representar un curso, una sección, una subsección, una unidad o un componente.
root	Contiene el ID del bloque raíz del curso, en el caso de que este en blanco no significa que sea un bloque raíz ya que puede ser un bloque huérfano o un bloque auxiliar.
Course_guid Block_guid Definition_guid	Contiene los identificadores únicos de los diversos elementos del curso, dichos identificadores están involucrados en las URL de acceso.
Definition	Apunta a un elemento específico contenido en la colección <i>modulestore.definitions</i> que forma parte del curso.
Children	Enumera los nodos hijo del bloque.

Tabla 5-8 Tabla de los elementos de la colección *Modulestore.structure*.
Fuente: Elaboración Propia



5.5 Requerimientos de Hardware e Instalación

Para poder instalar y configurar la plataforma Open edX, el ambiente informático debe de cumplir con ciertos requerimientos básicos que garanticen su concreto funcionamiento.

5.5.1 Requerimientos de Hardware

Los requerimientos mínimos de hardware según el repositorio oficial⁹ de la plataforma son los siguientes:

- Ubuntu 12.04 amd64
- Mínimo 4 GB de memoria RAM
- Procesador con 2.00 GHz
- Mínimo 25 GB de Disco Duro, recomendado 50 GB

Para este trabajo de titulación se implementó un servidor de pruebas con las siguientes características:

- Ubuntu 12.04 amd64
- 8 GB de memoria RAM
- Procesador 8x Intel(R) Core(TM) i7-3770 CPU @ 3400 GHz
- 500 GB de disco duro

5.5.2 Proceso de Instalación

Para la instalación de Open edX en el servidor de pruebas especificado con anterioridad se realizó el siguiente procedimiento.

0. Se realiza el proceso de actualización del sistema, mediante los comandos update, upgrade y reboot.

```
root@ubuntu:/home/tesis# sudo apt-get update
```

```
root@ubuntu:/home/tesis# sudo apt-get upgrade
```

⁹ <https://github.com/edx/configuration/wiki/edX-Ubuntu-12.04-64-bit-Installation>

```
root@ubuntu:/home/tesis# sudo reboot
```

Imagen 5-12 Comandos Paso 0.
Fuente: Elaboración Propia

1. Establecer una variable de entorno con el comando EXPORT con el fin de establecer que versión¹⁰ de Open edX se desea instalar, en este caso la versión eucalyptus.2.

```
root@ubuntu:/home/tesis# export OPENEDX_RELEASE=named-release/eucaplyptus.2
```

Imagen 5-13 Comando Paso 1.
Fuente: Elaboración Propia

2. Ejecutamos el script ansible-bootstrap.sh, el cual instala y configura ansible en el servidor, con el fin de preparar el entorno para la instalación de la plataforma.

```
root@ubuntu:/home/tesis# wget https://raw.githubusercontent.com/edx/configuration/master/util/install/ansible-bootstrap.sh -O - | sudo bash
```

Imagen 5-14 Comando Paso 2.
Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo el siguiente resultado.

```
----- 5.49s
INFO:ansible.callback_plugins.datadog_tasks_timing:user | Install debian package
s user role needs ----- 4.14s
INFO:ansible.callback_plugins.datadog_tasks_timing:common | Update CA Certificat
es ----- 1.40s
INFO:ansible.callback_plugins.datadog_tasks_timing:common | Create common direct
ories ----- 0.42s
INFO:ansible.callback_plugins.datadog_tasks_timing:common | Copy the templates t
o their respective destination ----- 0.28s
INFO:ansible.callback_plugins.datadog_tasks_timing:common | Add common_users ---
----- 0.20s
INFO:ansible.callback_plugins.datadog_tasks_timing:
Playbook edx_ansible finished: Thu Jul 14 13:10:48 2016, 55 total tasks. 0:08:4
8 elapsed.
127.0.0.1 : ok=30 changed=21 unreachable=0 failed=0
+ rm -rf /tmp/ansible
+ rm -rf /tmp/configuration
+ rm -rf /tmp/bootstrap
+ cat
*****
Done bootstrapping, edx_ansible is now installed in /edx/app/edx_ansible.
Time to run some plays. Activate the virtual env with
> . /edx/app/edx_ansible/venus/edx_ansible/bin/activate
*****
root@ubuntu:/home/tesis#
```

Imagen 5-15 Proceso de Instalación Primera Parte. Fuente: Elaboración Propia

¹⁰ <https://openedx.atlassian.net/wiki/display/DOC/Open+edX+Releases>

3. Ejecutamos el script `sandbox.sh`, el cual instala todos los requisitos y prerequisites de la plataforma en el servidor, necesarios para su correcto funcionamiento.

```
root@ubuntu:/home/tesis# wget https://raw.githubusercontent.com/edx/configuratio
n/$OPENEDX_RELEASE/util/install/sandbox.sh -O - | bash
```

Imagen 5-16 Comando Paso 3.
Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo el siguiente resultado:

```
TASK: [newrelic | update supervisor configuration] *****
skipping: [localhost]

TASK: [newrelic | ensure s3watcher is started] *****
skipping: [localhost]

NOTIFIED: [nginx | restart nginx] *****
changed: [localhost]

NOTIFIED: [notifier | restart notifier-scheduler] *****
changed: [localhost]

NOTIFIED: [notifier | restart notifier-celery-workers] *****
changed: [localhost]

NOTIFIED: [forum | restart the forum service] *****
changed: [localhost]

NOTIFIED: [xqueue | restart xqueue] *****
changed: [localhost] => (item=xqueue)
changed: [localhost] => (item=xqueue_consumer)

NOTIFIED: [certs | restart certs] *****
changed: [localhost]

PLAY RECAP *****
localhost                : ok=536  changed=136  unreachable=0    failed=0
```

Imagen 5-17 Resultado Final del Proceso de Instalación.
Fuente: Elaboración Propia

5.5.3 Proceso Post Instalación

Para poder continuar con el uso de la plataforma se procedió a la instalación de un escritorio sobre el entorno del servidor, en este caso de particular se utilizó el escritorio Lubuntu, que se caracteriza por usar poco espacio en disco con respecto a otras opciones.

Una vez finalizada la instalación del escritorio se procedió a acceder a través del puerto 80 de localhost (localhost:80) que nos despliega la ventana principal

del LMS de la plataforma, orientada para los estudiantes de los diferentes cursos (Ver Imagen 5-18).

De igual manera, si se accede mediante el puerto 18010 del localhost (localhost:18010) se puede acceder al entorno de desarrollo del CMS también llamado edX Studio. (Ver Imagen 5-19)

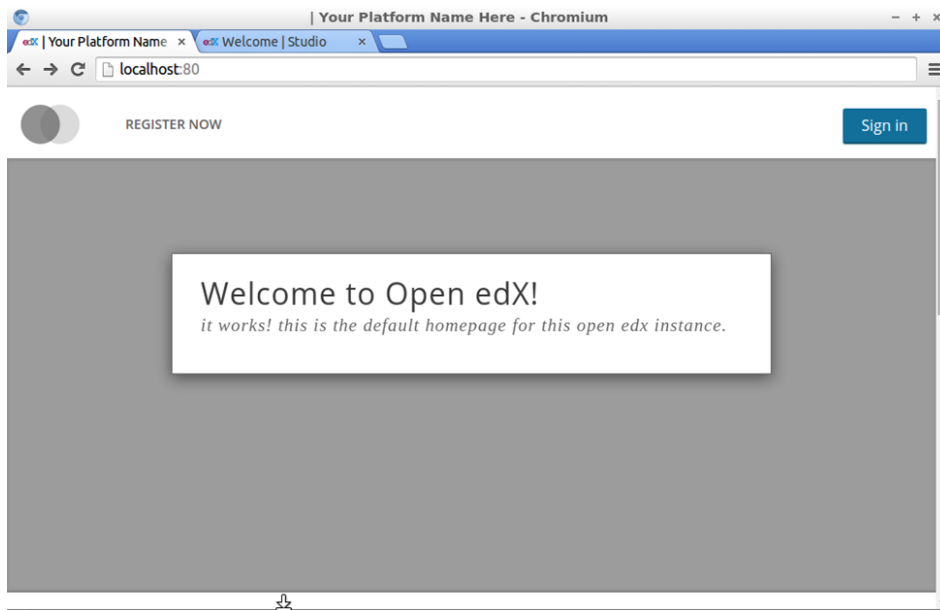


Imagen 5-18 LMS de la Plataforma Open edX.
Fuente: Elaboración Propia

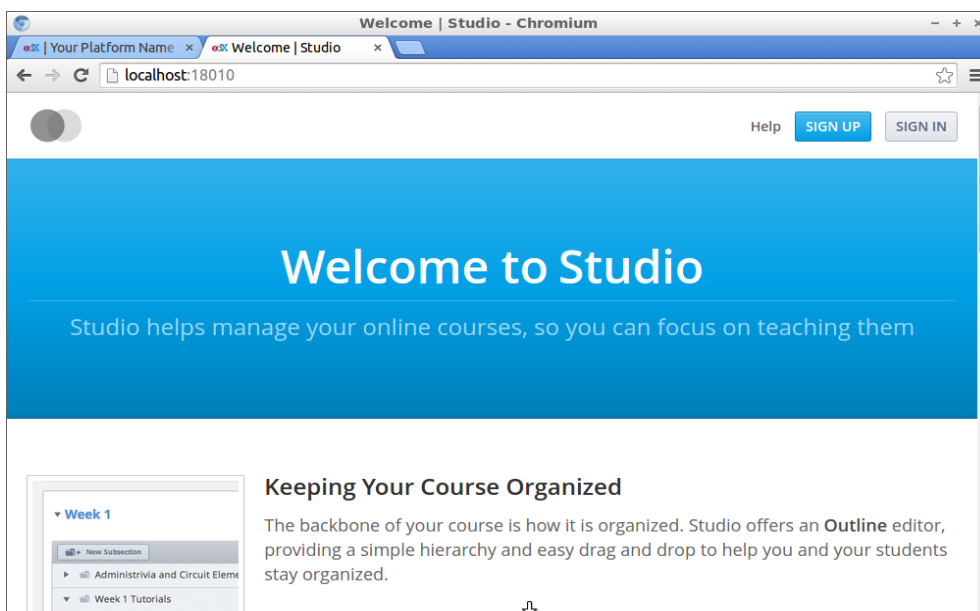


Imagen 5-19 CMS edX Studio.
Fuente: Elaboración Propia



Adicionalmente para el uso inmediato de la plataforma, se generan cuentas de usuario por defecto. Estas son:

Usuario	Contraseña	Utilidad
staff@example.com	edx	Acceso como Docente
verified@example.com	edx	Acceso como Estudiante

Tabla 5-9 Cuentas de Usuario por Defecto Open edX.

Fuente: Elaboración Propia

5.6 Recapitulación

En este capítulo se identificó las principales características de Open edX como pueden ser la creación de evaluaciones, mostrar lecciones grabadas en videos con subtítulos, creación de laboratorios virtuales interactivos e inclusive tener la planificación del curso entre otras características que la hacen una plataforma ideal para desplegar cursos MOOC.

Se analizó la arquitectura de la plataforma, identificando la escalabilidad que brinda como un punto fuerte de esta, permitiendo adaptar módulos a su funcionalidad en el caso de ser necesario.

Open edX cuenta con dos bases de datos: MySQL y MongoDB, en donde la primera varía dependiendo del tipo de instalación que se realice siendo SQLite en el caso de una instalación local y MySQL en el caso de una instalación de producción. Se realizó la descripción de las principales tablas y documentos de ambas bases de datos.

Se describió cuáles son los requerimientos mínimos de instalación de la plataforma, conjuntamente con el proceso de instalación especificando las características de servidor local sobre el cual se realizó.



Capítulo 6 : Minería de Procesos

6.1 Introducción

En este capítulo, el lector encontrará una revisión general sobre la disciplina de minería de procesos, primero definiendo el concepto de minería de procesos y la utilidad de dicho concepto en el ámbito de la investigación, para posteriormente identificar las principales características de esta disciplina y los principales algoritmos utilizados para modelar procesos en la misma, para finalizar con un análisis comparativo de las herramientas que permiten su implementación.

6.2 Minería de Procesos

La minería de procesos (Process Mining – en inglés) ha emergido como una nueva disciplina que integra la inteligencia de máquina, la minería de datos, el modelamiento y el análisis de procesos (Aalst et al., 2011) , que proporciona información basada en hechos y para apoyar mejoras en los procesos. Debido a ello, es posible llegar a descubrir, supervisar y mejorar procesos de negocios de una organización mediante la extracción de conocimiento desde registros de eventos (conocidos como LOG de eventos) que se encuentran en los sistemas de información como pueden ser herramientas de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (ticketing, helpdesk, ERP, CRM) (Arias Chaves & Rojas Cordoba, 2014).

6.2.1 Concepto de Minería de Proceso

La minería de procesos es una disciplina que tiene como objetivo descubrir, monitorear y mejorar modelos de procesos a través de la extracción de conocimiento del registro de eventos de los sistemas de información.(van Der Aalst, 2016).

Este “registro de eventos” (event log) corresponde al histórico de ejecución de los procesos de negocio, donde se encuentran las instancias o casos del proceso (ej. Solicitud de compra 1451), las actividades del proceso (ej. Envío de orden de compra al proveedor), las personas que ejecutan cada actividad (ej. Carlos Pérez - Analista de compras), el inicio y fin de cada actividad (ej. Inicio: 21/11/2011; 14:51:00, Fin: 21/11/2011; 17:01:02) y otros datos asociados

al caso (ej. Producto a comprar, proveedor, departamento solicitante) (Santiago & Mayorga, 2015).

Los registros de eventos se encuentran disponibles en los sistemas PAIS (Process Aware Information Systems), como son los sistemas de workflow, BPMS, ERP, CRM, entre otros (Santiago & Mayorga, 2015). Esta información podría ser analizada con técnicas de minería de procesos para hacer explícita información que genere conocimiento con el fin de que las organizaciones comprendan y mejoren sus procesos.

6.2.1.1 Tipos de Minería de Procesos

Los registros de eventos pueden ser utilizados para realizar tres tipos de minería de procesos (Aalst et al., 2011).

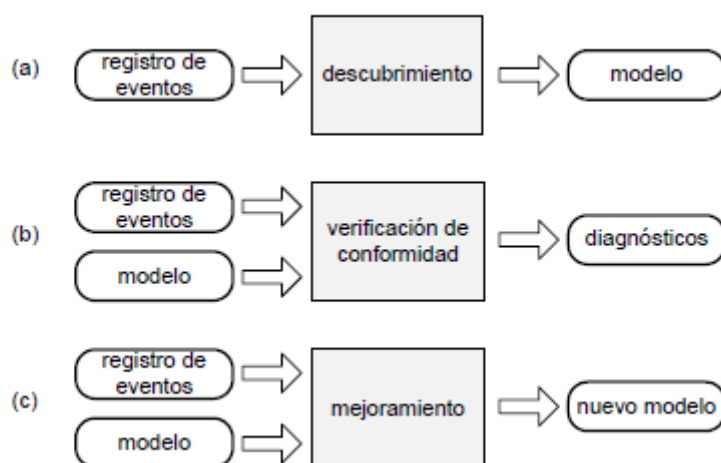


Imagen 6-1 Tipos de minería de procesos en términos de entradas y salidas: (a) descubrimiento, (b) verificación de conformidad y (c) mejoramiento.
Fuente: (van Der Aalst et al., 2011)

- **Descubrimiento:** Una técnica de descubrimiento toma un registro de eventos y produce un modelo sin usar ninguna información a priori, este tipo de minería de proceso puede usarse para mapear y documentar el proceso mediante la creación del modelo. El descubrimiento de procesos es la técnica de minería de procesos más destacada.
- **Conformidad:** En este paso se compara un modelo de proceso existente con un registro de eventos del mismo proceso. La verificación de conformidad puede ser usada para chequear si la realidad, tal como está almacenada en el registro de eventos, es equivalente al modelo y viceversa.



La verificación de conformidad puede ser aplicada a modelos procedurales, modelos organizacionales, modelos de procesos declarativos, políticas/reglas de negocio, regulaciones, etc.

- **Mejoramiento:** En este paso la idea central es extender o mejorar un modelo de proceso existente usando la información acerca del proceso real almacenada en algún registro de eventos. Mientras la verificación de conformidad mide el alineamiento entre el modelo y la realidad, este tercer tipo de minería de procesos busca cambiar o extender el modelo a priori.

6.2 Características Principales de la Minería de Procesos

La minería de procesos, al ser una disciplina relativamente nueva puede provocar confusiones en su verdadera utilidad, llegando inclusive a considerarse erróneamente como una técnica especial de minería de datos para el descubrimiento de procesos, esto limita su alcance, debido a que sus características van más allá del enfoque anteriormente expuesto, por lo que se puede enfatizar principalmente en 3 características principales (Aalst et al., 2011):

- **La minería de procesos no está limitada al descubrimiento del control de flujo.** Tanto profesionales como académicos consideran erróneamente que la minería de procesos se centra principalmente al control de flujo, sin considerar que dicho proceso es solamente uno de los tres tipos de minería de procesos descritos con anterioridad (descubrimiento, conformidad y mejoramiento), en donde el control de flujo encaja en el solamente en el descubrimiento.
- **La minería de procesos no es solo un tipo específico de minería de datos.** La minería de procesos puede ser considerado como el eslabón perdido entre la minería de datos y el Business Process Management tradicional (BPM) basado en modelos. En donde se puede resaltar que las técnicas de minería de datos en su gran mayoría no se centran de ninguna forma en los procesos, los cuales exhiben concurrencia incomparable a las estructuras simples manejadas por la minería de datos como los árboles de decisión y las reglas de asociación. Por lo que nos encontramos frente a una disciplina totalmente diferente a la minería de datos con sus propios algoritmos y métodos de representación.



- **La minería de procesos no está/ limitada al análisis fuera de línea.** Las técnicas de minería de procesos se utilizan sobre información histórica de eventos, aunque se utilizan sobre datos ya generados, los resultados obtenidos pueden ser aplicados en tiempo de ejecución, como para predecir el tiempo de finalización de un evento en base al modelo de procesos descubierto con anterioridad.

Según Aguirre y Rincón (Aguirre & Rincón, 2015), desde una perspectiva organizacional la minería de procesos presenta las siguientes características:

- **Descubre modelos de ejecución en tiempo real.** A través de sus diversos algoritmos la minería de procesos está en capacidad de describir la situación real de un proceso de negocio, dicho descubrimiento no se basa en documentación ni en la forma en que las personas perciben la forma en que se desarrolla el proceso.
- **Determinar si el proceso cumple con la reglamentación y procedimientos documentados.** Mediante la generación de un modelo real del proceso se puede comparar con el proceso documentado de la organización con el fin de determinar si realmente se está cumpliendo con estándares, protocolos, etc.
- **Analizar la interacción del personal que ejecuta el proceso.** Mediante la aplicación de técnicas de minería de procesos se puede generar una red de interacción entre individuos usuarios de un mismo proceso con el fin de determinar bucles que generen retraso.
- **Descubrir cuellos de botella.** Mediante el análisis visual del proceso generado se puede determinar cuellos de botella en puntos específicos del proceso y actuar sobre los mismos con el fin de mejorar el desempeño.
- **Monitorear la productividad del personal.** A través del análisis de los registros de ejecución del proceso se pueden descubrir los datos de productividad real de las personas que ejecutan el proceso, así como los tiempos de ciclo por actividad.
- **Predecir el tiempo de ciclo de un caso.** Estas técnicas permiten la predicción del tiempo de ejecución restante de un proceso.
- **Determinar la relación entre las variables de un caso.** Se puede determinar cómo diferentes variables asociadas a un caso y como pueden influir en los tiempos de un ciclo de proceso.



Finalmente, según Rotz, autora del foro oficial de Fluxicon (Rotz, 2014) la minería de procesos se caracteriza por presentar un conjunto de diferencias relevantes con respecto a otras tecnologías, las cuales describiremos a continuación:

- Con respecto a Business Process Management (BPM) este presenta una secuencia continua de su ciclo de vida (diseño, implementación, análisis) en donde se realiza un diseño secuencial de los procesos al finalizar la fase de análisis, a diferencia de la minería de procesos la cual se centra principalmente en la fase de análisis enfocándose en el descubrimiento de procesos reales mediante datos reales.
- En el caso de Business Intelligence (BI), el enfoque de analizar los procesos está presente en ambas disciplinas, pero en BI solamente se considera el análisis del proceso a través de entradas y salidas mas no como funciona, mientras que la minería de procesos se enfoca en el funcionamiento interno del proceso con el fin de analizar todos pasos y elementos que este implica.
- Con respecto a la minería de datos, la minería de procesos tiene un alcance diferente, a sabiendas que la minería de datos rara vez se enfoca en procesos estas dos disciplinas presentan muchas posibilidades de funcionar a la par, es decir, tienden a ser complementarias.
- En el caso de la simulación, a pesar de que en muchas ocasiones se afirma que la minería de procesos es un tipo de simulación, son dos disciplinas totalmente diferentes, inclusive pudiendo decir que son opuestas, esto debido a que la minería de procesos comienza con un comportamiento actual y descubre automáticamente un modelo para mostrar cómo se realiza el proceso, mientras que la simulación comienza con la suposición de un modelo para poder explorar un “qué pasaría si” en escenarios alternativos.
- Con respecto a Big Data, el análisis de grandes volúmenes de datos el desafío se presenta en extraer valor a partir de ellos, mientras que la minería de procesos se enfoca en conocer la forma en que se generaron esos datos.

6.3 Principales Algoritmos de Minería de Procesos

Los componentes principales en la minería de procesos son los algoritmos utilizados, estos determinan cómo se crean los modelos de procesos. A continuación, se describen tres de ellos:

- **Alpha Minner:** Este tipo de algoritmo produce resultados definidos y reproducibles. El algoritmo α , es muy conocido en este tipo de algoritmos, creado en 2004 por van der Aalst, es uno de los primeros algoritmos de descubrimiento de procesos. Se basa en la captura, desde un registro de eventos, es decir se necesita un registro de eventos como entrada y calcula la relación de orden de los eventos contenidos en el registro. Asume que el registro de eventos está completo, por lo que presenta problemas para lidiar con el ruido y el comportamiento infrecuente o incompleto (De Weerd, et al., 2012). No tiene en cuenta las frecuencias de las actividades. Además, manifiesta dificultades con el tratamiento de ciclos cortos, dependencias no locales, entre otros, generando modelos que no se ajustan adecuadamente a los eventos (van der Aalst, 2011). A partir de este algoritmo, surgieron el $\alpha+$ y el $\alpha++$, que incorporaban el tratamiento a ciclos cortos y constructores sin libre elección respectivamente. Posteriormente, en el 2009, surge el algoritmo β , que puede distinguir concurrencia y ciclos cortos.
- **Heuristic Minner:** Este algoritmo, creado en 2006 por Weijters, tiene en cuenta las frecuencias de los eventos usándolas para derivar las relaciones causales y de paralelismo. No obstante, no posee gran funcionalidad con respecto a las tareas duplicadas y se abstrae del comportamiento poco frecuente, es decir, no incorpora los eventos poco frecuentes al modelo, provocando que no se representen caminos que se ejecutan con poca frecuencia, pero pudieran ser importantes (Weijters, et al., 2010); (van der Aalst, 2011).
- **Generic Minner:** Este tipo de algoritmo utiliza un enfoque evolutivo que imita el proceso de la evolución natural. Parte de una población inicial de individuos (en este caso procesos que son candidatos a la solución) a la que se le realizan varias iteraciones del algoritmo genético acercándose cada vez más a la solución apropiada. Estos algoritmos no son deterministas, los algoritmos genéticos siguen cuatro pasos: inicialización, de selección, de reproducción y de terminación. La idea detrás de estos

algoritmos es para generar una población aleatoria de modelos de procesos y para encontrar una solución satisfactoria mediante la selección iterativa individuos y reproducirlas mediante cruce y mutación a través de diferentes generaciones. La población inicial de los modelos de proceso se genera aleatoriamente y podría tener poco en común con el registro de eventos. Sin embargo, debido al elevado número de modelos en la población, la selección y la reproducción mejor ajuste de modelos se crean en cada generación.

6.4 Análisis Comparativo de Herramientas para Minería de Procesos

Existen diversas herramientas que implementan los algoritmos mencionados en la sección anterior. A continuación, presentamos las herramientas de mayor uso según la literatura (Chaves & Córdoba, 2014):

6.5.1 Celonis Discovery¹¹

Se trata de una herramienta comercial con funcionalidades enfocadas en el monitoreo y la auditoria continua de procesos, esta herramienta permite al usuario acceder directamente a los registros de la base de datos del usuario, también permite el análisis a distintos niveles y cuenta con capacidades de inteligencia de negocios, indicadores de desempeño, análisis estadísticos.

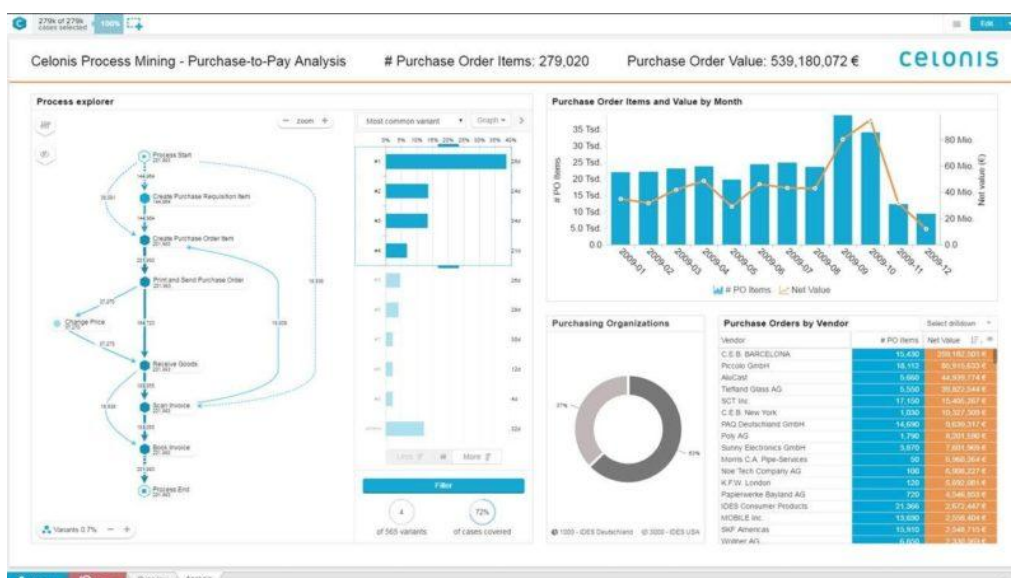


Imagen 6-2 Entorno de Celonis Discovery.

¹¹ www.celonis.de/en/

Fuente: <http://venturebeat.com/>

6.5.2 Fluxicon Disco¹²

Se trata de una herramienta académico/comercial considerada como una solución completa ante el requerimiento de aplicación de minería de procesos, fácil de usar y amigable con el usuario, cuenta con una serie de algoritmos que se consideran eficientes y rápidos, permite aplicar filtros a su registro de eventos en el proceso de visualización de resultados.

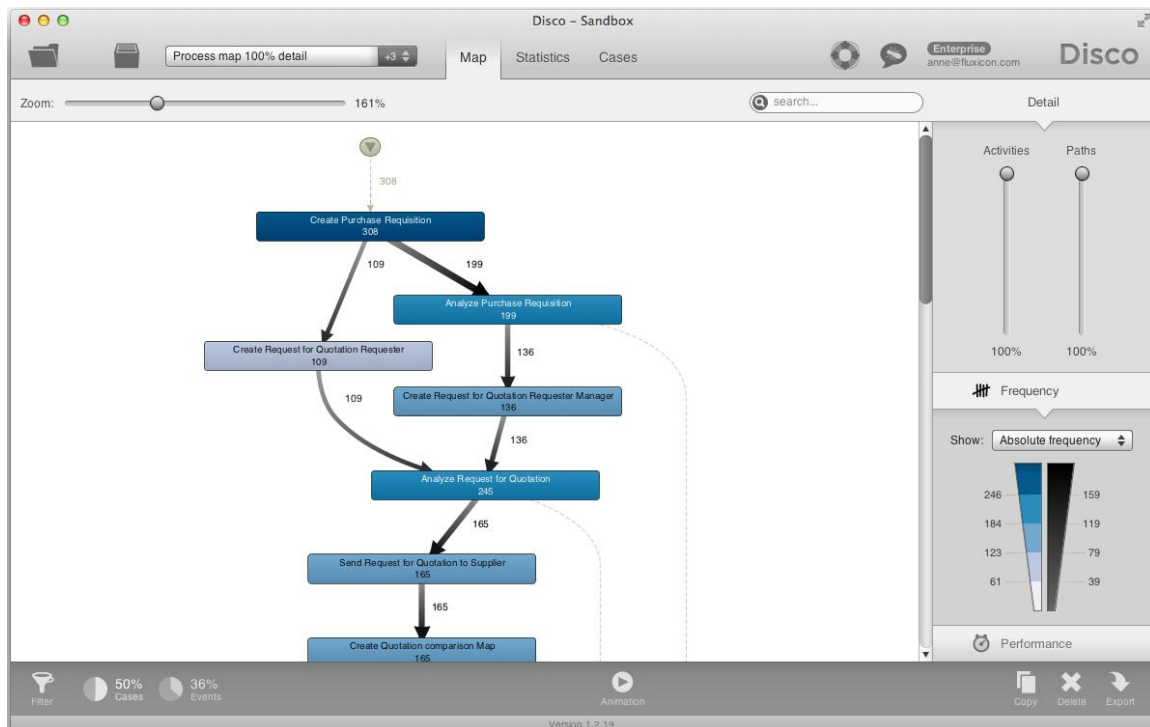


Imagen 6-3 Entorno de Fluxicon Disco.
Fuente: <http://fluxicon.com/>

6.5.3 ProM¹³

Considerado originalmente como un Framework para la aplicación de minería de procesos, para posteriormente ser considerado una herramienta con amplias capacidades en el análisis del proceso de negocios, esta herramienta

¹² <https://fluxicon.com/>

¹³ <http://www.promtools.org/doku.php?id=prom651>

ofrece una arquitectura escalable abierta a la incorporación de plugins desarrollados por su comunidad, es una herramienta de código abierto.



Imagen 6-4 Entorno de ProM. Fuente: <https://fluxicon.com/>

6.5.4 Comparativa de Herramientas de Minería de Procesos

Una vez definidas las herramientas más conocidas se procede a realizar una comparación de sus características, según la siguiente tabla (Leemans, Fahland, & van der Aalst, 2015) las herramientas se comparan de la siguiente manera:

	Fluxicon Disco	Celonis Discovery	ProM
Compatibilidad			
Soporte de archivos XES	SI	NO	SI
Soporte de archivos CSV/XLS	SI	SI	SI
Exportar modelo de procesos a una imagen vectorial	SI	NO	NO
Herramienta Local	SI	NO	SI
Semántica			
Semánticas Ejecutables	NO	NO	SI
Solidez Garantizada	-	-	SI
Posibilidad de	-	-	SI

Amplitud			
Máxima Exactitud	-	-	SI (Parcialmente) ¹⁴
Escalabilidad			
Enriquecimiento de Frecuencia	SI	SI	SI
Enriquecimiento de Rendimiento	SI	SI	SI (Parcialmente)
Filtro de Frecuencias por Actividad	SI	Posiblemente mediante consultas	SI (Parcialmente)
Filtro de Frecuencias por Actividad Especifica	SI	SI	SI
Filtro por marcas de tiempo	SI	SI	SI (Parcialmente)
Filtros de rendimiento	SI	NO	SI (Parcialmente)
Animaciones	SI	SI	SI (Parcialmente)
Evaluación			
Modelos por Nivel	NO	NO	SI (Parcialmente)
Actividades por Nivel	NO	NO	SI
Eventos por Nivel	NO	NO	SI (Parcialmente)
Reparación Semántica de Modelo	NO	NO	SI (Parcialmente)
Velocidad			
Retroalimentación inmediata de parámetros	SI	SI	SI (Parcialmente)
Filtros complejos sin reemplazar el modelo.	NO	SI	SI (Parcialmente)

Tabla 6-1 Comparación de Herramientas para Minería de Procesos.
Fuente: Elaboración Propia

¹⁴ Parcialmente: Funcionalidad dependiente de plugins o solo habilitada de forma muy específica en la herramienta.



6.5 Recapitulación

Este capítulo se realizó un acercamiento hacia lo que es la minería de procesos, presentando su definición como una técnica que permite el análisis de los procesos de negocio basados en registros de eventos como entrada de datos, con el fin de obtener modelos visuales de los datos extraídos.

También se presentaron los tres principales algoritmos de minería de procesos (Alpha miner, Heuristic miner y Generic miner) así como sus principales características y los casos en los cuales se recomienda su uso.

Finalmente se realiza una comparación entre tres herramientas que permiten descubrir modelos de procesos, identificando sus principales características y realizando una comparativa entre ellas.



Capítulo 7 : Caso de Estudio

7.1 Introducción

Una vez finalizado el curso MOOC “Diseño, Creación y Evaluación de Objetos de Aprendizaje” desplegado en la plataforma Open edX, ofrecido por la Universidad de Cuenca y el Consorcio Ecuatoriano de Internet Avanzado (CEDIA), orientado a los diferentes docentes de tercer nivel de las diversas universidades pertenecientes a la red CEDIA, se procedió a analizar la información generada. En el presente capítulo el lector podrá encontrar el caso de estudio donde como medio de análisis se utiliza minería de procesos para determinar patrones de interacción de los participantes dentro del curso MOOC con el fin de determinar su comportamiento, en base a dos indicadores, su nivel de autorregulación (SRL) y sus estilos de aprendizaje predominantes (EA).

7.2 Definición del Caso de Estudio

7.2.1. Objetivo

El objetivo de este caso de estudio es determinar las diferencias entre las secuencias de actividades y determinar los patrones de interacción encontradas de los estudiantes en un MOOC en base a sus perfiles SRL y los EA autorreportados. Para lograrlo se realizó el análisis sobre los datos de las trazas que los estudiantes dejan como resultado de la interacción con los objetos del MOOC.

7.2.2. Contexto

El MOOC utilizado fue “Diseño, creación y evaluación de Objetos de Aprendizaje”, el cual fue desplegado sobre la plataforma Open edX y tuvo una duración de 4 semanas. Se registraron 99 estudiantes. El curso fue dictado en español y se lanzó el 14 de marzo de 2016 finalizando el 10 de abril de 2016. El curso se ofreció de forma abierta para todos los docentes de las universidades ecuatorianas en el marco de un concurso nacional para la producción de materiales educativos digitales.

7.2.3. Curso MOOC

El curso se estructuró en 5 módulos. Cada módulo está conformado por un conjunto de lecciones. Cada lección se compone de un conjunto de lecturas, videos y evaluaciones. En total el curso cuenta con 75 lecturas, 17 videos y 5

evaluaciones. Todos los módulos estuvieron disponibles durante las 4 semanas que duró el curso. La Imagen 7-1 muestra cómo se distribuían los distintos contenidos a través de las distintas lecciones en cada uno de los módulos. Las lecturas corresponden al 77.32% del total de los objetos del curso, los videos un 17.52% y las evaluaciones un 5.15%.

MOOC: Diseño, Creación y Evaluación de Objetos de Aprendizaje			
	Lectura	Video	Evaluación
Introducción			
Lección 1	**	*	
Lección 2		*	
Lección 3		**	
Semana 1			
Lección 1	*****	***	
Lección 2			*
Lección 3	*****	****	
Lección 4			*
Semana 2			
Lección 1		*	
Lección 2	*		
Lección 3	*****		
Lección 4	*****		
Lección 5	**		
Lección 6	*		
Lección 7	*		
Lección 8			*
Semana 3			
Lección 1		*	
Lección 2	**		
Lección 3		*	
Lección 4	*****	**	
Lección 5	*****		
Lección 6	*****		
Lección 7	*		
Lección 8			*
Semana 4			
Lección 1	*	*	
Lección 2	**		
Lección 3	*****	**	
Lección 4	***	*	
Lección 5	**		
Lección 6	*****		
Lección 7	*		
Lección 8			*

Imagen 7-1 Estructura del Curso.
Fuente: Elaboración Propia

7.2.4. Mediciones e instrumentos

En el curso se registraron 99 (N=99) estudiantes, de los cuáles 21 no registraron ningún tipo de actividad sobre el curso y 24 estudiantes abandonaron entre la segunda y tercera semana, ver Imagen 7-2. Para el análisis se consideró a todos los participantes excepto a los 21 que no reportaron ninguna actividad, quedando una cohorte de 78 participantes. De los 78 participantes que iniciaron la primera semana, solo 58 contestaron el cuestionario de SRL y el cuestionario de EA. Las Tablas 7-1, 7-2 y 7-3 ofrecen información demográfica sobre los participantes.

Rango de Edad	Cantidad	Porcentaje
Menos de 25	3	5.17%
25 - 35	25	43.10%
36 - 45	20	34.48%
46 - 55	8	13.79%
56 - 65	2	3.45%

Tabla 7-1 Distribución por edades.
Fuente: Elaboración Propia

Genero	Cantidad	Porcentaje
Femenino	20	34.48%
Masculino	38	65.52%

Tabla 7-2 Distribución por genero
Fuente: Elaboración Propia

Nivel Académico	Cantidad	Porcentaje
Universidad	14	24.14%
Postgrado	44	75.86%

Tabla 7-3 Distribución por nivel académico
Fuente: Elaboración Propia

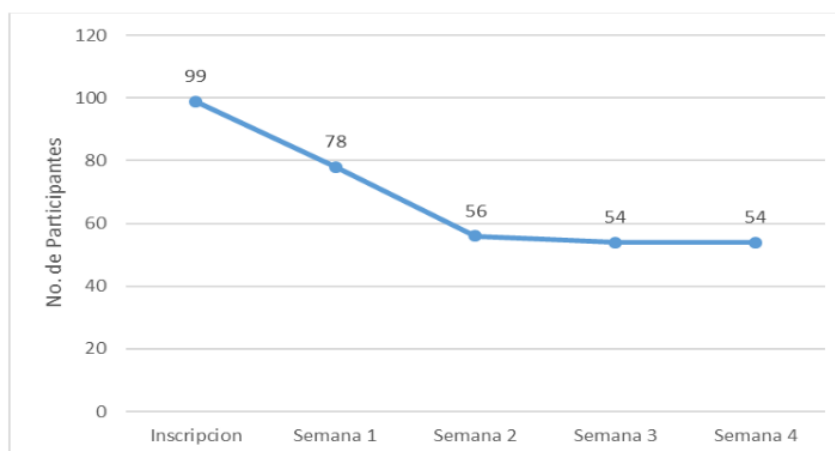


Imagen 7-2 Flujo de participantes durante las 4 semanas del curso.
Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el perfil de SRL de los participantes del MOOC se aplicó un instrumento¹⁵ construido sobre la base de 4 cuestionarios bien establecidos en la literatura. Los cuestionarios considerados son:

1. SRL profesional de Littlejohn et al. (2016).
2. MSLQ de Pintrich et al. (Pintrich, Smith, Garcia, & Mckeaeachie, 1993).
3. OSLQ de Barnard et al.(Barnard, Lan, To, Paton, & Lai, 2009).
4. LASSI 2ed de Weinstein et al.(Weinstein & Palmer, 2002).

Todos estos instrumentos han sido validados y usados en diferentes contextos (Kizilcec & Schneider, 2015), (van Eck, Lu, Leemans, & van der Aalst, 1999). El cuestionario final contiene 66 preguntas, 13 relacionadas con las motivaciones e intenciones de los participantes basado en la escala OLEI del trabajo de Kizilcec y Schneider (van Der Aalst, 2016). Las otras 53 preguntas están relacionadas con 13 estrategias de SRL. Estas estrategias fueron evaluadas en una escala Likert de 1 a 5 (1 significa “Nada cierto para mí” y 5 “Muy cierto para mí”). Las estrategias incluidas en el cuestionario son:

Estrategia	# de Enunciados	Estrategia	# de Enunciados
self-efficacy	6	time management	6
goal setting	4	help seeking	4
strategic planning	4	effort regulation	4
study environment management	6	self monitoring	4
rehearsal	4	self evaluation	2
elaboration	3	self satisfaction	2
Organization	4		

Tabla 7-4 Estrategias del cuestionario.
Fuente: Elaboración Propia

Las preguntas se presentaron siguiendo un orden aleatorio. La confiabilidad del cuestionario fue validada, tal como lo muestra la Tabla 7-4. Los valores obtenidos para el alfa de Cronbach, todos mayores de 0,6 por lo que según (Rojas, Munoz-Gama, Sepúlveda, & Capurro, 2016) los valores son aceptables, determinando que el cuestionario está bien diseñado.

¹⁵ <https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.3406510.v1>



En base a los instrumentos antes definidos, los participantes fueron clasificados según su nivel de SRL. Este fue calculado a partir de los puntajes obtenidos en el cuestionario. Para esto se calcularon 3 percentiles, que permitieron definir a los participantes como: a) SRL bajo si su puntaje alcanzado era ≤ 50 , b) SRL medio si su puntaje alcanzado estaba entre 50 y 75, y c) SRL alto si su puntaje alcanzado era ≥ 75 . Esta clasificación se utilizó en la estructuración del log de eventos para responder las preguntas de investigación.

Para determinar el estilo de aprendizaje predominante de los participantes se utilizó el cuestionario validado CHAEA¹⁶ de Honey y Alonso que consta de ochenta preguntas (veinte ítems referentes para cada estilo de aprendizaje: Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático) a las que hay que responder manifestando acuerdo o desacuerdo (Alonso et al., 1994). Los participantes fueron clasificados según su estilo de aprendizaje autorreportado como: (1) activo, (2) reflexivo, (3) teórico y (4) pragmático. Esta clasificación se utilizó en la estructuración del log de eventos para responder las preguntas de investigación.

Para determinar si el participante completo o no completo el curso, se procedió a clasificarlos en base la nota final obtenida en la conclusión de este, en donde sí: a) Se determinó como “Completa” si su nota era ≥ 7 y b) “No completa” si su nota era < 7 . Esta clasificación se utilizó en la estructuración del log de eventos para responder las preguntas de investigación.

7.3 Recogida de datos

7.3.1. Metodología seguida para aplicar Minería de Procesos

Para poder responder a la pregunta de investigación, adaptamos la metodología de MP denominada PM² (van Eck, Lu, Leemans, & van der Aalst, 2015). PM² es una simplificación y flexibilización de otras metodologías de MP como L* Life-cycle model (van Der Aalst, 2016) y se ha utilizado en distintas disciplinas como el área de la salud y negocios (Rojas et al., 2016), (Arias Chaves & Rojas Cordoba, 2014). Las etapas resultantes de esta adaptación son las siguientes:

¹⁶ <http://www.estilosdeaprendizaje.es/chaea/chaea.htm>

1) Objetivos, 2) Extracción de datos, 3) Generación del Log de eventos y 4) Descubrimiento y análisis del modelo. La Imagen 7-3 presenta de forma gráfica estas etapas.



Imagen 7-3 Etapas para generar el Modelo de Proceso, adaptado del PM² (van Eck et al., 2015).

Estrategia	Alfa de Cronbach
Self efficacy	0.765
Goal setting	0.897
Strategic planning	0.845
Study environment management	0.845
Rehearsal	0.866
Elaboration	0.748
Organization	0.939
Time management	0.803
Help seeking	0.695
Effort regulation	0.687
Self monitoring	0.782
Self evaluation	0.733
Self satisfaction	0.974

Tabla 7-5 Estadística para la confiabilidad del cuestionario de SRL.
Fuente: Elaboración Propia

7.3.1.1 Objetivos (*Preguntas de Investigación*)

A partir del capítulo de introducción se consideró las preguntas de investigación que son de interés para este estudio, estas son:

P.I.1 ¿Hay diferencia entre las secuencias de aprendizaje de los participantes con distintos perfiles de autorregulación (alto, medio y bajo)?

P.I.2 ¿Hay diferencia entre las secuencias de aprendizaje de los participantes con distintos estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático)?

P.I.3 ¿Hay diferencia entre las secuencias de aprendizaje que se observan entre los participantes que completan el curso en comparación con los participantes que no completan el curso?

7.3.1.2 *Extracción de Datos*

Para estudiar las secuencias de actividad de los participantes en el MOOC se tomaron los datos de actividad o log files que registra la plataforma Open edX. La plataforma genera un conjunto de archivos log de datos en formato JSON

Estos datos se obtienen a partir de la tabla “track_trackinglog” y que contienen información sobre el recorrido y la interacción de los participantes con los distintos tipos de elementos del curso. Adicional a esto la tabla “auth_user” y “student_anonymoususerid” contienen información sobre el estudiante y el id de cada estudiante, que permite hacer el seguimiento de la actividad de estos en el curso (Imagen 7-4).

7.3.1.2.1 Limpieza de datos

Los datos de estas tablas fueron exportados y convertidos de JSON a CSV utilizando la aplicación web¹⁷ “Convert JSON to CSV”. Posterior a esto, los archivos CSV se utilizaron sobre Open Refine. Este software se utilizó para hacer la limpieza de datos. Esta limpieza consistió en eliminar la información que no fuera considerada como importante para el caso de estudio y que se descartó por las siguientes razones:

- Información repetida en varias columnas
- Información del entorno de seguimiento (Navegador, IP, etc.) no relevante.
- Información codificada únicamente útil para la administración de la plataforma.

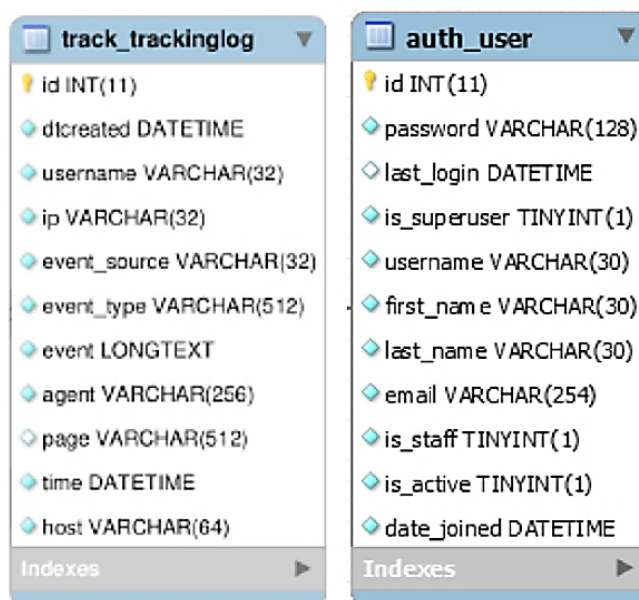


Imagen 7-4 Ejemplo de las tablas de la base de datos de Open edX

¹⁷ <http://konklone.io/json/>

La principal fuente de datos usado para este caso de estudio se basa en los registros de eventos generados por los participantes del MOOC, estos registros de eventos se encuentran en la siguiente dirección /edx/var/log/tracking/tracking.log. Para mantener la privacidad de los participantes del curso se procedió a anonimizar sus datos personales (username, ip) cubriéndolos con recuadros blancos.

```
{ "username": "", "event_type": "/courses/course-v1:CEDIA+CED001+2016_T1/about", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Wind  
{ "username": "", "event_type": "/i18n.js", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36  
{ "username": "", "event_type": "/", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML,  
{ "username": "", "event_type": "/i18n.js", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36  
{ "username": "", "event_type": "/", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML,  
{ "username": "", "event_type": "/i18n.js", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36  
{ "username": "", "event_type": "/register", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36  
{ "username": "", "event_type": "/i18n.js", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36  
{ "username": "", "event_type": "/about", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (i  
{ "username": "", "event_type": "/i18n.js", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36  
{ "username": "", "event_type": "/", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML,  
{ "username": "", "event_type": "/i18n.js", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36  
{ "username": "", "event_type": "/", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML,  
{ "username": "", "event_type": "/i18n.js", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36  
{ "username": "", "event_type": "/about", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (K  
{ "username": "", "event_type": "/i18n.js", "ip": "██████████", "agent": "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36  
{ "username": "", "event_type": "/notifier_api/v1/users/", "ip": "██████████", "agent": "python-requests/2.8.1", "host": "localhost", }
```

Imagen 7-5 Estructura - Archivo tracking.log - Información personal de los participantes anonimizada (Rectángulos en blanco)
Fuente: Elaboración Propia

7. 3.1.3 Generación del LOG de eventos

Después de la etapa de extracción de datos, se generan los LOG de eventos a partir de la integración de los datos de la actividad registrada por los participantes en Open edX, la información recopilada sobre el perfil de SRL del estudiante (cuestionario de estrategias de SRL), la información recopilada sobre los EA de los participantes (cuestionario CHAEA) y el resultado de su actividad en el curso (completado y no completado).

A continuación, se detalla cómo se integran estos tres elementos. Los eventos de la actividad registrada por los participantes se definen como el conjunto de acciones de interacción de éste con los contenidos del MOOC (a nivel micro) y con las lecciones del MOOC (a nivel macro).

- **A nivel de interacción con los objetos del curso (micro):** A este nivel se definen los eventos como el resultado de las interacciones del estudiante con los objetos del MOOC (videos, lecturas, evaluaciones) en sesiones de aprendizaje. Una sesión se define como un período de actividad continua en el curso por parte de un estudiante durante un tiempo máximo de 45 minutos de acuerdo con el trabajo de Liu (Liu et al., 2015). Las interacciones con lecturas, videos y evaluaciones que se realizan durante este periodo y se etiquetan según sus características de completitud, en dos tipos de

eventos: (1) “iniciado”: cuando se inicia la interacción con un objeto y no es completado y (2) “completado”: cuando se completa la interacción con un objeto que ha sido iniciado en el pasado (Imagen 7-6).

Case_ID	Time Stamp	Actividad	Sesion	Estado Actividad	Nivel SRL	Estilo Aprendizaje
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-03-14T20:55:41.260914+00:00	Lectura	1	Completado	Medio	Activo
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-03-14T21:37:47.735182+00:00	Lectura	1	Completado	Medio	Activo
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-03-14T22:01:57.281524+00:00	Lectura	1	Iniciado	Medio	Activo
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-04-04T16:18:24.507822+00:00	Evaluación	1	Iniciado	Medio	Activo
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-03-14T22:16:56.239419+00:00	Evaluación	1	Completado	Medio	Activo
48d98e234099be3d05515d5507203901	2016-03-15T20:11:31.873483+00:00	Evaluación	2	Completado	Alto	Reflexivo
48d98e234099be3d05515d5507203901	2016-03-15T20:14:46.291206+00:00	Video	2	Completado	Alto	Reflexivo
48d98e234099be3d05515d5507203901	2016-03-15T21:45:25.238995+00:00	Evaluación	2	Completado	Alto	Reflexivo

Imagen 7-6 Fragmento del LOG de eventos. Interacción del estudiante a nivel de sesiones (Micro).
Fuente: Elaboración Propia

- **A nivel de interacción con las lecciones del curso (macro):** A este nivel se definen los eventos como resultado de las interacciones del estudiante a lo largo de las 4 semanas con las lecciones del curso (Imagen 7-7).

Finalmente, como parte de los LOG de eventos se incluye información relacionada con su perfil de SRL, su EA, y si el estudiante completa o no el curso. Esto permitirá filtrar el log de eventos para responder a las preguntas planteadas en los objetivos. Los LOG de eventos generados son 2. El primero servirá para analizar la interacción con los objetos del curso y que se compone de: (a) Case ID que identifica de forma única al conjunto de eventos, (b) Timestamp que indica el inicio de un evento, (c) Actividad que indica la interacción con un objeto del curso; (d) Sesión que indica el número de la sesión, e) Estado actividad que indica el estado de una actividad (iniciado y completado), f) Nivel SRL que indica el perfil de SRL del estudiante y g) Estilo de aprendizaje que indica el estilo predominante del estudiante. Un ejemplo del log de eventos obtenido se muestra en la Imagen 7-6. El segundo log de eventos servirá para analizar la interacción del estudiante con las lecciones en el curso (Imagen 7-7).

Case_ID	Time Stamp	Actividad	Nivel SRL	Estilo Aprendizaje	Estado Curso
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-03-14T20:55:41.260914+00:00	2.2. Composición Interna	Bajo	Activo	Aprueba
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-03-14T21:37:47.735182+00:00	2.3. Objetos de aprendizaje	Bajo	Activo	Aprueba
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-03-14T22:01:57.281524+00:00	2.3. Objetos de aprendizaje	Bajo	Activo	Aprueba
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-04-04T16:18:24.507822+00:00	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	Bajo	Activo	Aprueba
9bd1acf267e0f0365b8527ccf81e28d4	2016-03-14T22:16:56.239419+00:00	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	Bajo	Activo	Aprueba
48d98e234099be3d05515d5507203901	2016-03-15T20:11:31.873483+00:00	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	Alto	Reflexivo	No Aprueba
48d98e234099be3d05515d5507203901	2016-03-15T20:14:46.291206+00:00	2.7. Actividad Complementaria	Alto	Reflexivo	No Aprueba
48d98e234099be3d05515d5507203901	2016-03-15T21:45:25.238995+00:00	2.8. Evaluación (20% Nota Final)	Alto	Reflexivo	No Aprueba

Imagen 7-7 Fragmento del LOG de eventos. Interacción del estudiante con las lecciones del curso en las 4 semanas (Macro).

Fuente: Elaboración Propia

7.3.1.4. Descubrimiento y análisis del Modelo

En esta etapa, el algoritmo de MP de descubrimiento es aplicado. Este permite extraer un modelo de procesos real de forma automática. En concreto se usa el algoritmo de Disco (basado en Fuzzyminer) que proporciona la herramienta Disco (Günther & Rozinat, 2012). Se usa este algoritmo por la notación que se adapta a escenarios flexibles. La herramienta Disco también permite filtrar y de muchas maneras examinar los casos de forma individual.

Para procesar cada log de eventos se ha utilizado la herramienta Disco, obteniendo los siguientes resultados para cada pregunta:

P.I.1 ¿Hay diferencia entre las secuencias de aprendizaje de los participantes con distintos perfiles de autorregulación (alto, medio y bajo)?

Lo primero es cargar el log de eventos e identificar las respectivas variables en el programa Disco:

ID_USER	ANONYMOUS_ID_USER	EVENTO	CURSO	TIME	NIVEL	
1	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-03-14T20:55:41.260914+00:00	MEDIO
2	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-03-14T21:37:47.735182+00:00	MEDIO
3	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-03-14T22:01:57.281524+00:00	MEDIO
4	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T16:18:24.507822+00:00	MEDIO
5	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	0.3. Concurso de Objetos de Aprendizaje	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-03-14T22:16:56.239419+00:00	MEDIO
6	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T03:59:57.854624+00:00	MEDIO
7	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:00:20.176486+00:00	MEDIO
8	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:00:20.648022+00:00	MEDIO
9	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-08T03:34:55.264259+00:00	MEDIO
10	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.1. Unidad 1: Introducción a los Objetos de Aprend...	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-03-14T22:17:44.197926+00:00	MEDIO
11	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.1. Unidad 1: Introducción a los Objetos de Aprend...	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T03:45:23.538793+00:00	MEDIO
12	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.1. Unidad 1: Introducción a los Objetos de Aprend...	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:00:28.035007+00:00	MEDIO
13	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.1. Unidad 1: Introducción a los Objetos de Aprend...	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-08T03:38:22.218417+00:00	MEDIO
14	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.2. Evaluación (20% Nota Final)	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:08:57.919907+00:00	MEDIO
15	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.2. Evaluación (20% Nota Final)	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-08T03:41:08.805742+00:00	MEDIO
16	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.2. Unidad 2: Teorías de aprendizaje y el diseño s...	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:05:30.917454+00:00	MEDIO
17	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.2. Unidad 2: Teorías de aprendizaje y el diseño s...	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:09:50.734296+00:00	MEDIO
18	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	1.2. Unidad 2: Teorías de aprendizaje y el diseño s...	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-08T03:41:15.887076+00:00	MEDIO
19	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	2.1. Unidad 3: Introducción al Diseño Instruccional ...	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:13:44.454228+00:00	MEDIO
20	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	2.2. Composición Interna	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:14:33.107525+00:00	MEDIO
21	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	2.3. Objetos de aprendizaje	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:14:54.321837+00:00	MEDIO
22	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	2.3. Objetos de aprendizaje	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-08T03:52:26.590653+00:00	MEDIO
23	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	2.4. Contenidos	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:15:09.398876+00:00	MEDIO
24	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	2.5. Estrategias didácticas: Definición de actividades	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:19:28.012570+00:00	MEDIO
25	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	2.6. Autoevaluación	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:21:16.871407+00:00	MEDIO
26	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	2.7. Actividad Complementaria	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:21:33.995089+00:00	MEDIO
27	8	9bd1ac267e0f0365b8527ccf81e28d4	2.8. Evaluación (20% Nota Final)	course-v1.CEDIA+CED001+2016_T1	2016-04-04T04:21.43.337684+00:00	MEDIO

Imagen 7-8 Log de eventos a nivel macro.

Para dar paso a esta pregunta, lo primero que se realizó es un análisis a nivel macro de los participantes que cuentan con un nivel de autorregulación alto en comparación con los que cuentan con un nivel medio para ello realizamos los siguientes filtros dentro de la herramienta Disco.

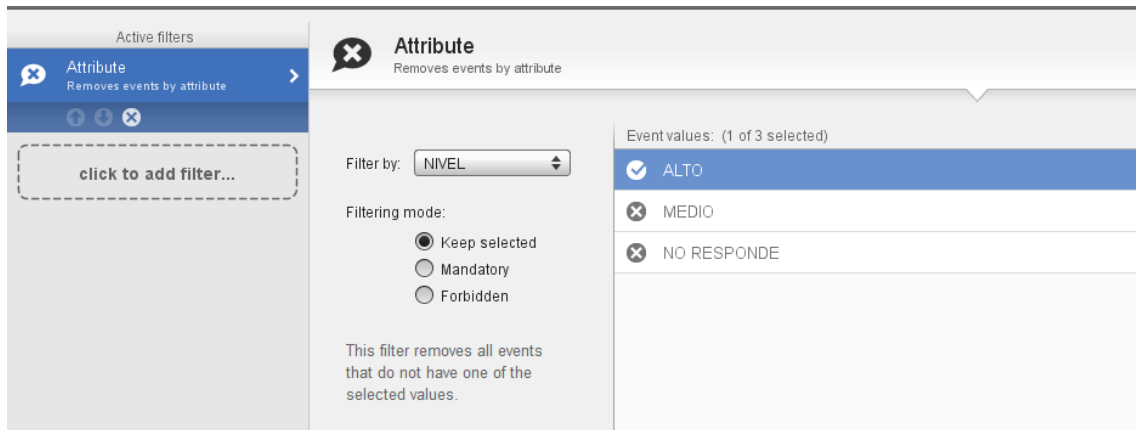


Imagen 7-9 Filtro para participantes nivel alto de autorregulación

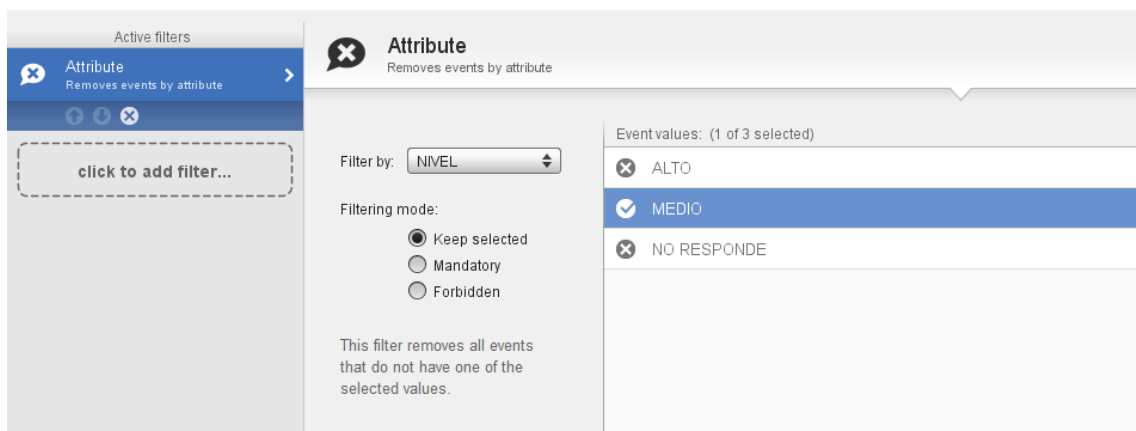
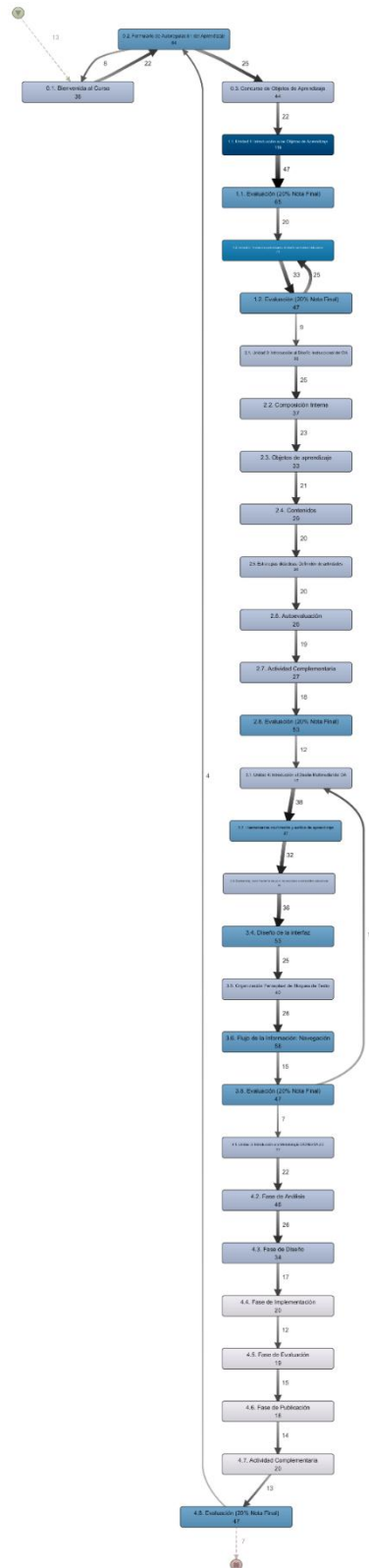


Imagen 7-10 Filtro para participantes nivel medio de autorregulación

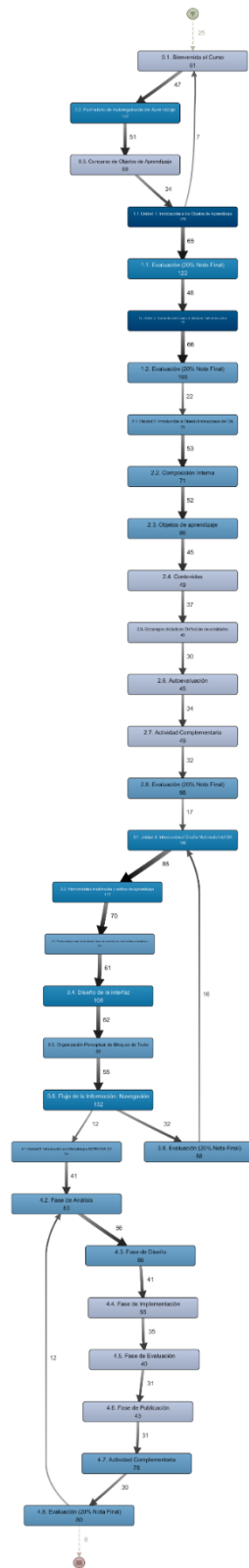


Universidad de Cuenca

Una vez realizados los filtros dentro de la herramienta se proceden a ejecutar, obteniendo los siguientes resultados de los procesos (Imagen 7-11).



(a)



(b)

Imagen 7-11 Modelo de proceso nivel de autorregulación (a) alto (b) medio

Ahora se realizará es un análisis a nivel micro para ello se identifica el log a tratar como se muestra en la siguiente Imagen.

	SESION	ID_USER	ANONYMOUS_ID_USER	ACTIVIDAD	TIME	ACCION	NIVEL
1	1	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-14T23:12:15	inicia	ALTO
2	1	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-14T23:12:21	inicia	ALTO
3	1	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-14T23:12:24	inicia	ALTO
4	1	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	EVALUACION	2016-03-14T23:18:29	completa	ALTO
5	2	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-15T14:16:09	inicia	ALTO
6	2	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-15T14:16:21	inicia	ALTO
7	2	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-15T14:36:55	completa	ALTO
8	3	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-15T15:03:18	inicia	ALTO
9	3	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-15T15:03:22	inicia	ALTO
10	3	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-15T15:05:57	completa	ALTO
11	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:37:13	inicia	ALTO
12	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-16T12:37:14	inicia	ALTO
13	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:39:53	completa	ALTO
14	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:39:56	completa	ALTO
15	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-16T12:39:57	completa	ALTO
16	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:40:03	completa	ALTO
17	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:40:05	completa	ALTO
18	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:40:25	completa	ALTO
19	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-16T12:40:25	completa	ALTO
20	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-16T12:42:14	completa	ALTO
21	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-16T12:49:08	completa	ALTO
22	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-16T12:54:36	completa	ALTO
23	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	VIDEO	2016-03-16T12:54:48	completa	ALTO
24	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:54:49	completa	ALTO
25	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:54:49	completa	ALTO
26	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:54:49	completa	ALTO
27	4	110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	LECTURA	2016-03-16T12:54:49	completa	ALTO

Imagen 7-12 Log de eventos a nivel micro

Al igual que a nivel macro se realizará los filtros para los niveles de autorregulación alto y medio.

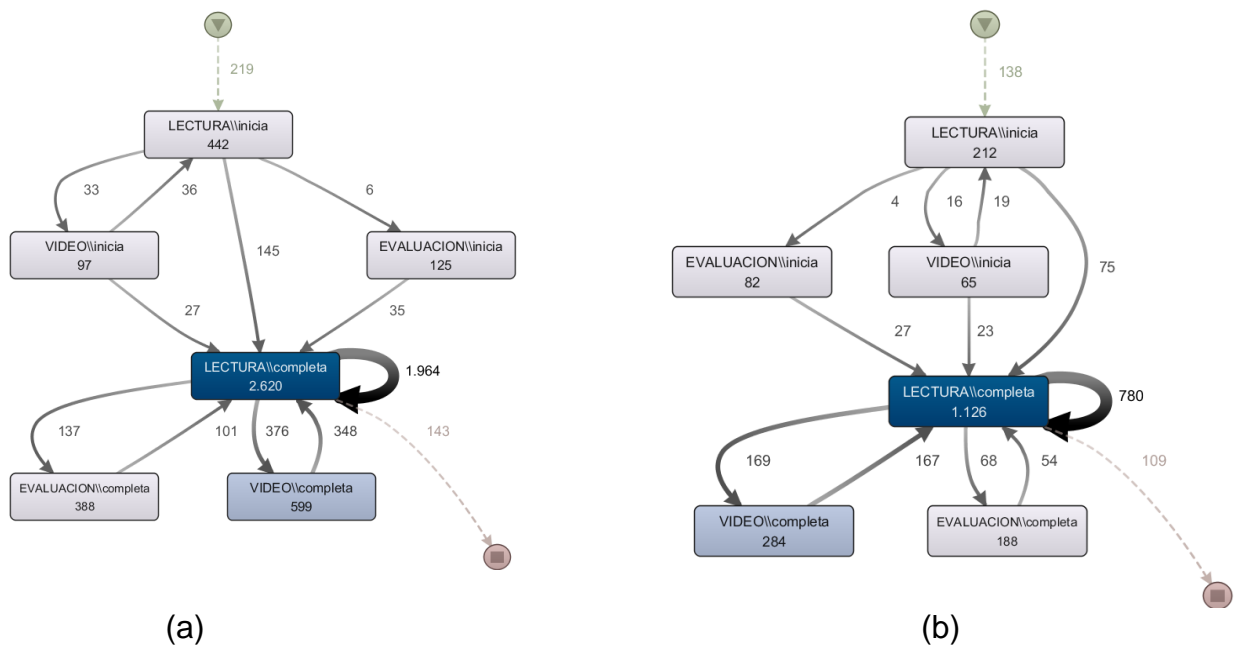


Imagen 7-13 Modelo de procesos a nivel micro para los participantes con nivel alto(a) y medio (b)

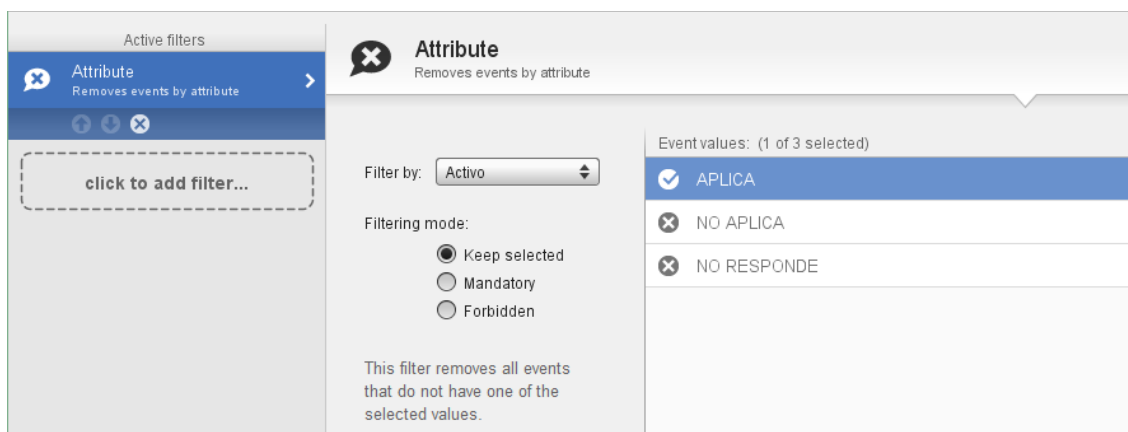
P.I.2 ¿Hay diferencia entre las secuencias de aprendizaje de los participantes con distintos estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático)?

Al igual que en la pregunta anterior se realiza un análisis a nivel macro y micro. Lo primero es cargar el log de eventos a nivel macro obteniendo el siguiente resultado.

ANONYMOUS_ID_USER	EVENT_TYPE	TIME	Activo	Reflexivo	Teorico	Pragmatico
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.1. Bienvenida al Curso	2016-03-14T23:09:39.009325+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.1. Bienvenida al Curso	2016-03-16T12:37:05.336953+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.1. Bienvenida al Curso	2016-03-16T13:17:22.800742+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.1. Bienvenida al Curso	2016-03-19T12:09:55.047607+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje	2016-03-14T22:54:17.977271+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje	2016-03-16T12:40:09.679950+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje	2016-03-16T13:17:28.686656+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje	2016-03-19T03:40:12.988715+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje	2016-03-19T12:09:58.284225+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.3. Concurso de Objetos de Aprendizaje	2016-03-14T23:09:34.683132+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.3. Concurso de Objetos de Aprendizaje	2016-03-16T12:40:16.435045+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.3. Concurso de Objetos de Aprendizaje	2016-03-19T12:10:00.355411+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	0.3. Concurso de Objetos de Aprendizaje	2016-04-08T18:16:26.908497+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-03-14T23:18:29.231919+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-03-19T03:41:06.315961+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-03-19T12:04:26.726608+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-03-19T12:17:43.881948+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-03-19T12:18:35.799554+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-03-19T12:25:15.017416+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-03-19T12:30:17.822891+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-03-20T03:16:42.698334+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-04-03T09:57:42.721360+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-04-03T11:06:01.390962+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-04-08T02:54:24.919007+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Evaluación (20% Nota Final)	2016-04-08T17:35:06.057969+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE
6c45ab837946bad2a9e6f7df471cd95	1.1. Unidad 1: Introducción a los Objetos de Aprend...	2016-03-15T14:14:03.829133+00:00	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE	NO RESPONDE

Imagen 7-14 Log de eventos a nivel macro

Una vez cargado el log de eventos se procede a realizar los filtros necesarios.



The screenshot shows a filter configuration window for the 'Attribute' filter. On the left, there is a list of active filters with a 'click to add filter...' button. The main area shows the 'Attribute' filter settings: 'Filter by:' is set to 'Activo', and 'Filtering mode:' has 'Keep selected' selected. Below this, a note states: 'This filter removes all events that do not have one of the selected values.' On the right, under 'Event values: (1 of 3 selected)', three options are listed: 'APLICA' (checked), 'NO APLICA' (unchecked), and 'NO RESPONDE' (unchecked).

Imagen 7-15 Filtro para participantes con un estilo de aprendizaje activo

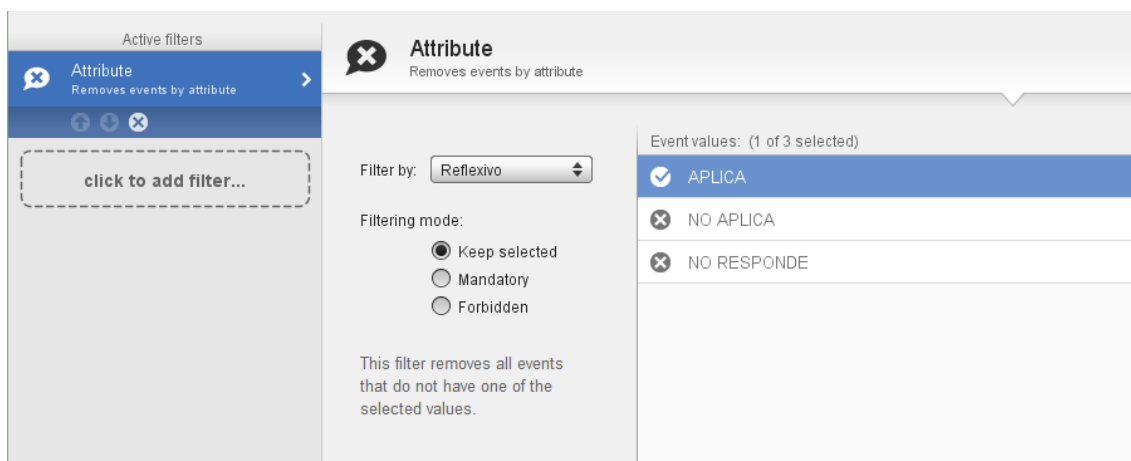


Imagen 7-16 Filtro para participantes con un estilo de aprendizaje Reflexivo

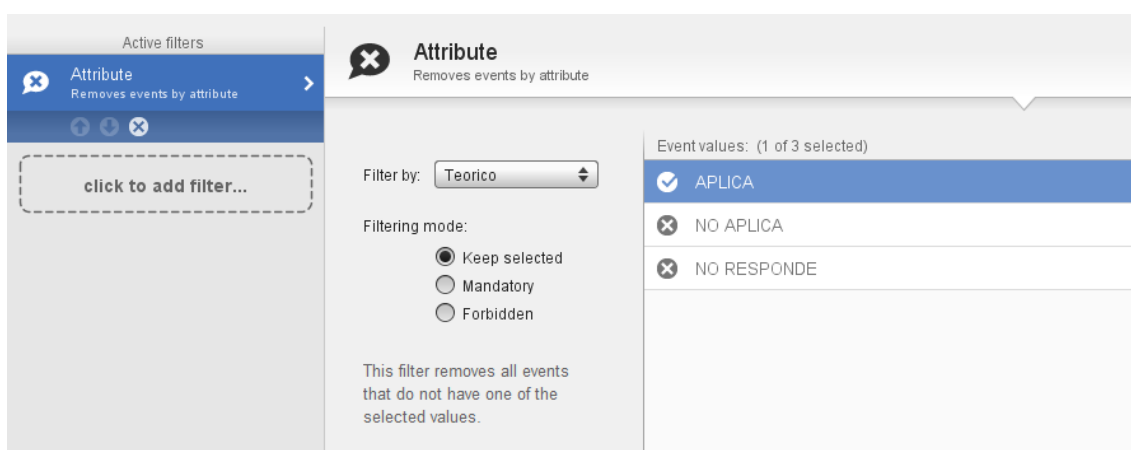


Imagen 7-17 Filtro para participantes con estilo de aprendizaje Teórico

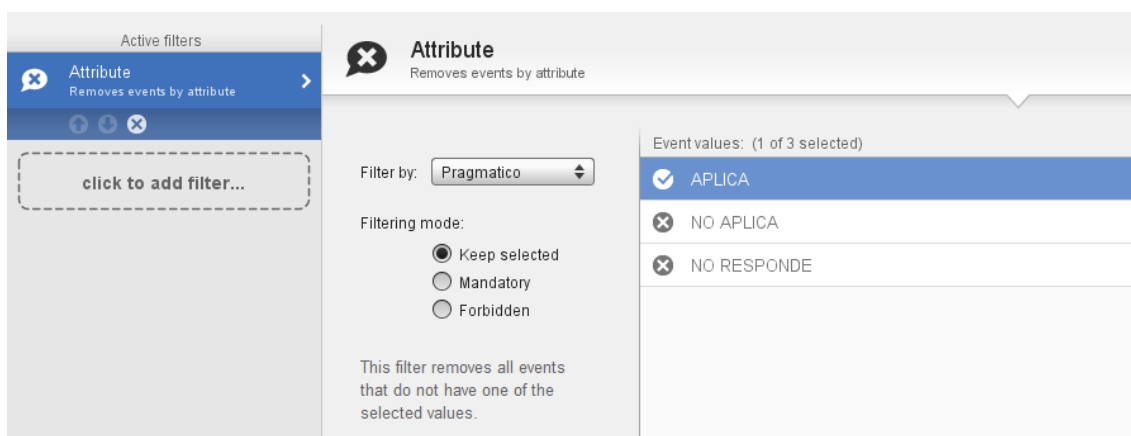


Imagen 7-18 Filtro para participantes con estilo de aprendizaje Pragmático

Una vez realizados los filtros dentro de la herramienta se proceden a ejecutar, obteniendo los siguientes resultados de los procesos.

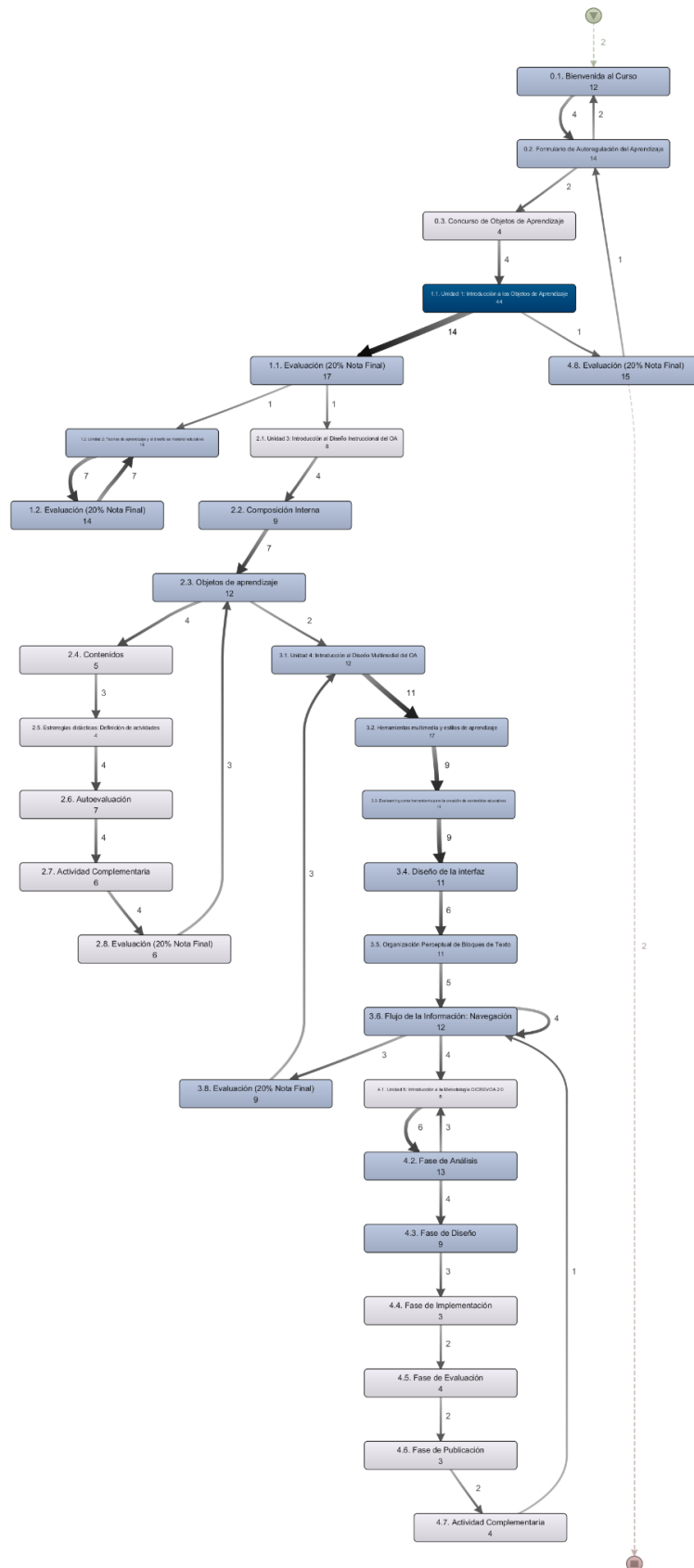


Imagen 7-19 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes con estilo de aprendizaje activo

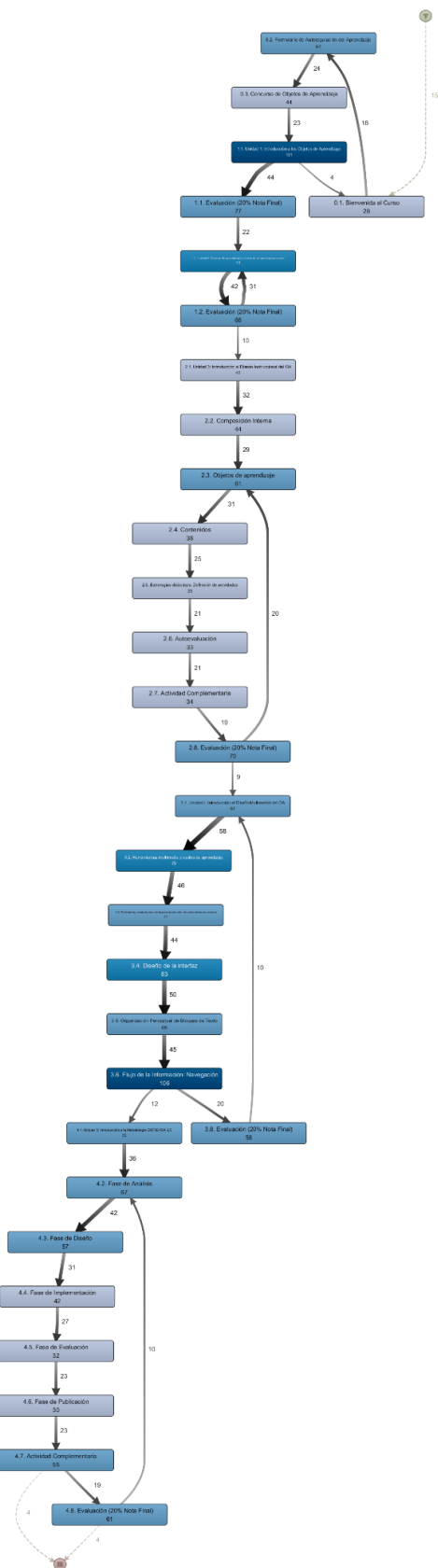


Imagen 7-20 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes con estilo de aprendizaje reflexivo

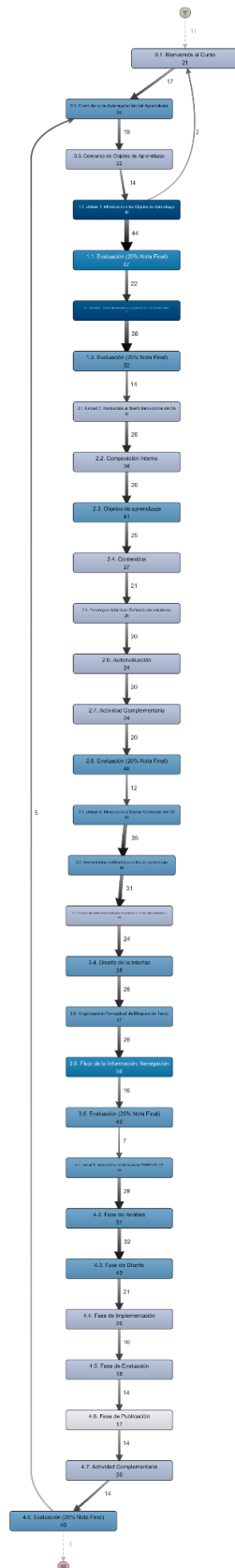


Imagen 7-21 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes con estilo de aprendizaje teórico

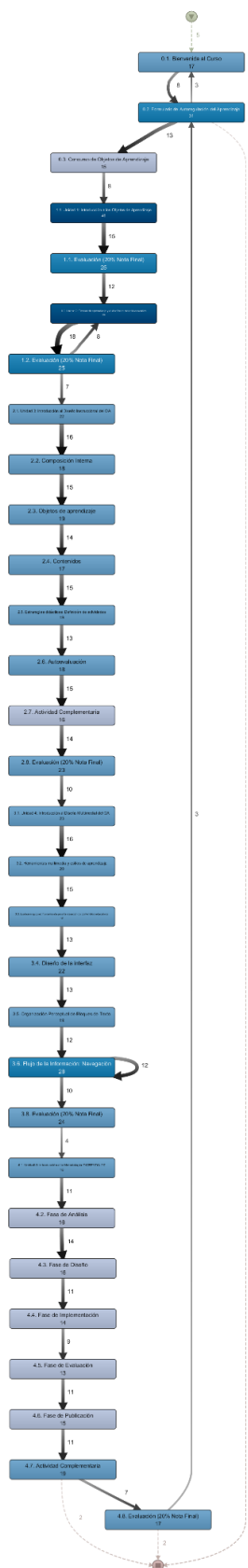


Imagen 7-22 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes con estilo de aprendizaje pragmático

Al igual que a nivel macro se realizará los filtros para los distintos estilos de aprendizaje obteniendo los siguientes modelos de procesos.

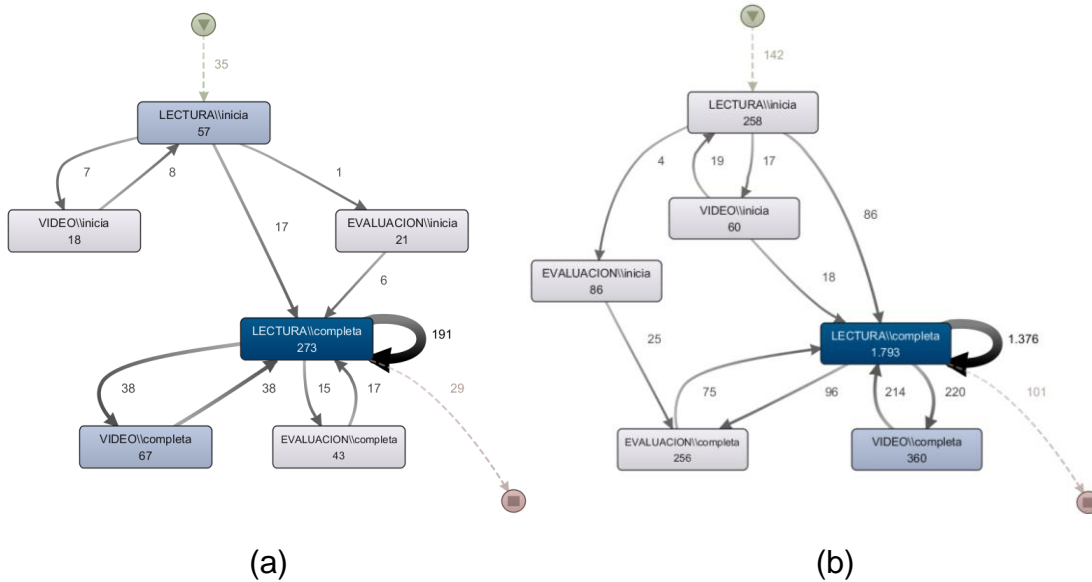


Imagen 7-23 Modelo de procesos a nivel micro con estilo de aprendizaje activo(a) reflexivo (b)

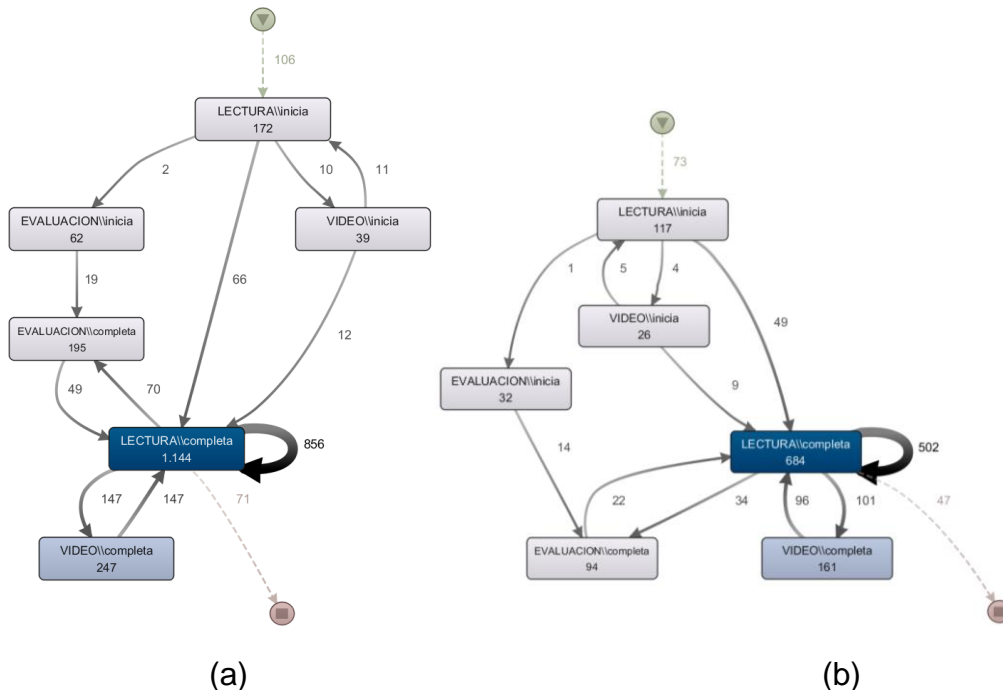


Imagen 7-24 Modelo de procesos a nivel micro con estilo de aprendizaje teórico(a) pragmático (b)

P.I.3 ¿Hay diferencia entre las secuencias de aprendizaje que se observan entre los participantes que completan el curso en comparación con los participantes que no completan el curso?

Al igual que para las preguntas anteriores lo primero es cargar el log de eventos, como se muestra en la siguiente Imagen.

ID_USER	ANONYMOUS_ID_USER	RESULTADO	ACTIVIDAD
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.1. Bienvenida al Curso
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.1. Bienvenida al Curso
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.1. Bienvenida al Curso
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.1. Bienvenida al Curso
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.2. Formulario de Autoregulación del Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.3. Concurso de Objetos de Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.3. Concurso de Objetos de Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.3. Concurso de Objetos de Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	0.3. Concurso de Objetos de Aprendizaje
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	1.1. Evaluación (20% Nota Final)
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	1.1. Evaluación (20% Nota Final)
110	6c45ab837946bad2af9e6f7df471cd95	COMPLETA	1.1. Evaluación (20% Nota Final)

Imagen 7-25 Log de eventos a nivel macro

A continuación, se realizan los filtros correspondientes para obtener la secuencia de actividades de los que completan el curso y de aquellos que no lo completan:

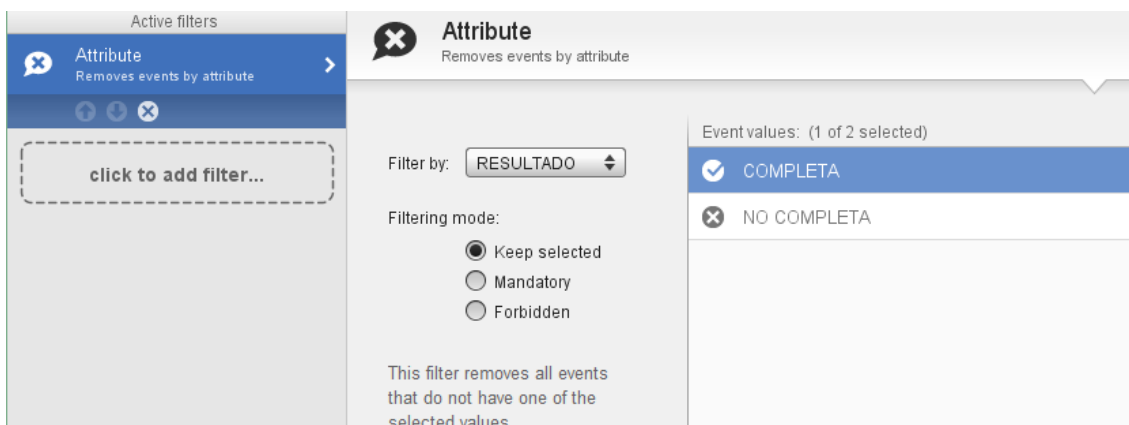


Imagen 7-26 Filtro para los participantes que completan el curso

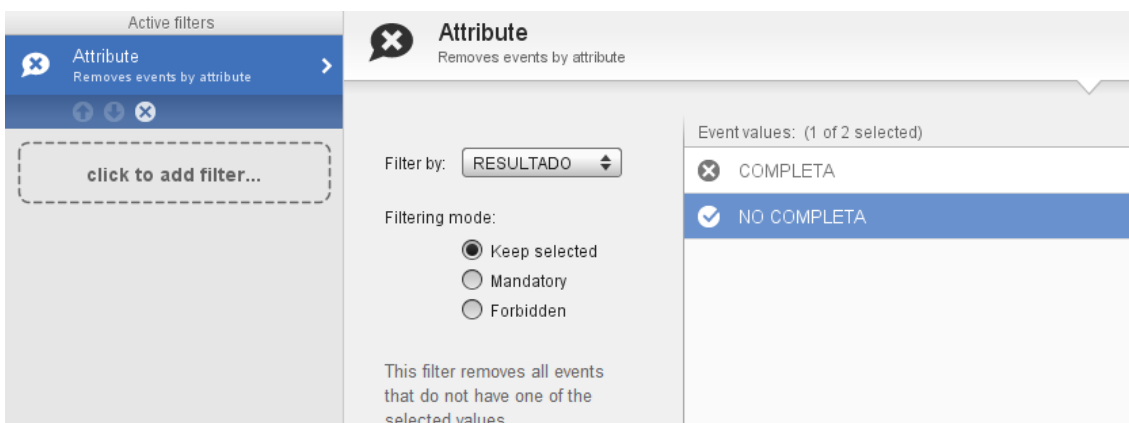


Imagen 7-27 Filtro para los participantes que no completan el curso

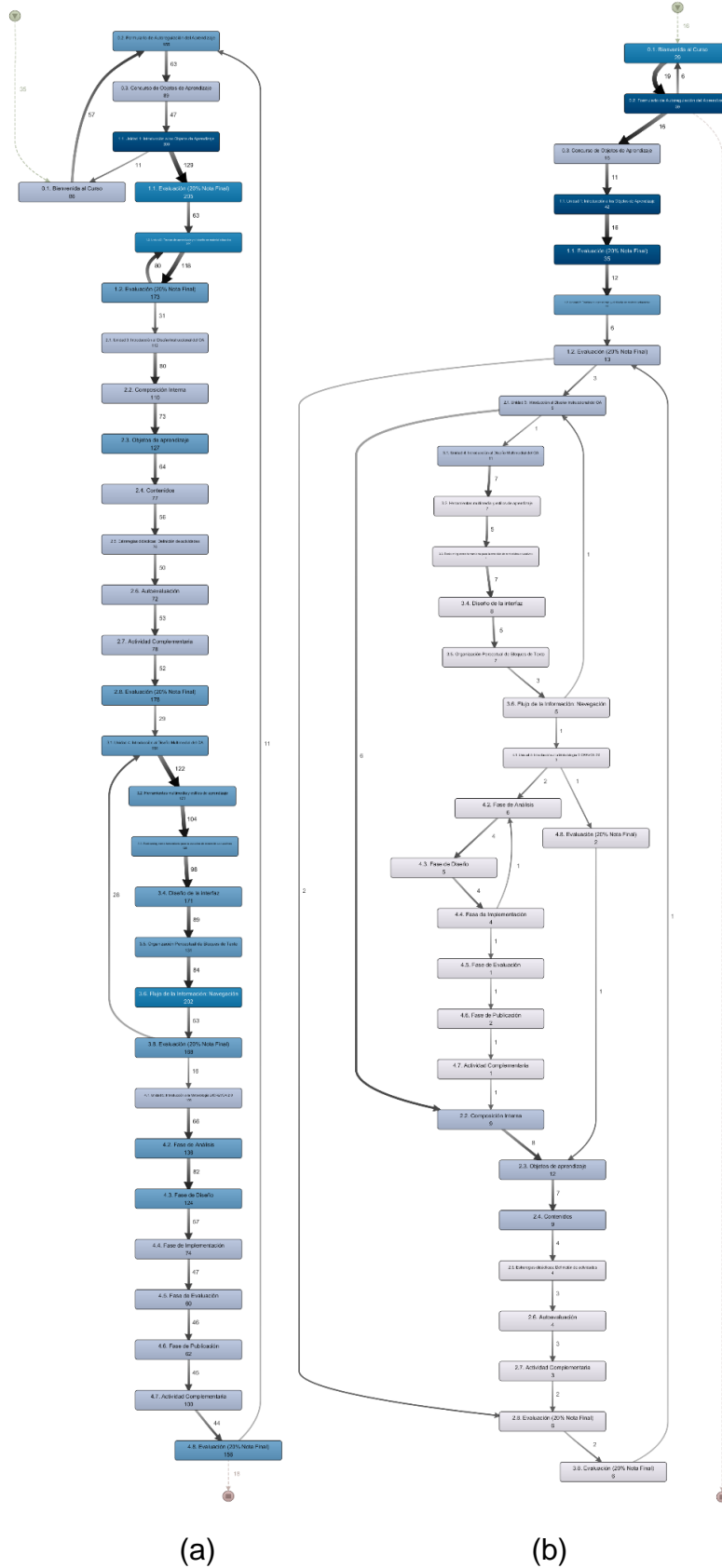


Imagen 7-28 Secuencia de actividades a nivel macro de participantes: (a) completan y (b) no completan.

7.4 Interpretación de Resultados

Una vez terminado el proceso de análisis de los LOG de eventos generados por los participantes mediante las técnicas de minería de procesos, se procede a presentar y analizar los resultados obtenidos en cada uno de los casos, los cuales serán expuestos en el orden planteado por las sub-preguntas generadas en la sección de objetivos de apartado de método.

R1. Los participantes en un MOOC con nivel de SRL medio tienden a regresar al inicio de cada módulo después de completar una evaluación mientras que los participantes con SRL alto no presentan este comportamiento sino hasta finalizar el curso.

En la Imagen 7-29 podemos observar la comparación de los modelos de proceso obtenidos a partir de su interacción con las lecciones del curso. (a) A nivel alto de SRL y (b) a nivel medio de SRL. Cada rectángulo en los modelos representa una actividad, en este caso representando lecciones. Las flechas indican la trayectoria de seguimiento entre actividades. El grosor de la línea representa la cantidad de veces que se repite dicha trayectoria. La intensidad del color en los rectángulos representa el número de repeticiones de esa actividad, donde mientras más intensa es la tonalidad más repeticiones representa. Obteniendo que ambos modelos de proceso representan que:

- a) El modelo (a) muestra 10 transiciones en el módulo 3, desde su fin hasta su inicio, mientras que en el modelo (b) se presentan 16 transiciones con el mismo comportamiento. (Valores enmarcados con rojo)
- b) En el modelo (a) se observan 4 transiciones desde el final del curso hasta su inicio, debido a que se solicitó a los participantes retornar a dicho punto para completar la encuesta que determina sus estilos de aprendizaje.
- c) En el modelo (b) se observan 12 transiciones en el bloque 4 desde su inicio hasta su fin. (Valor enmarcado con rojo)

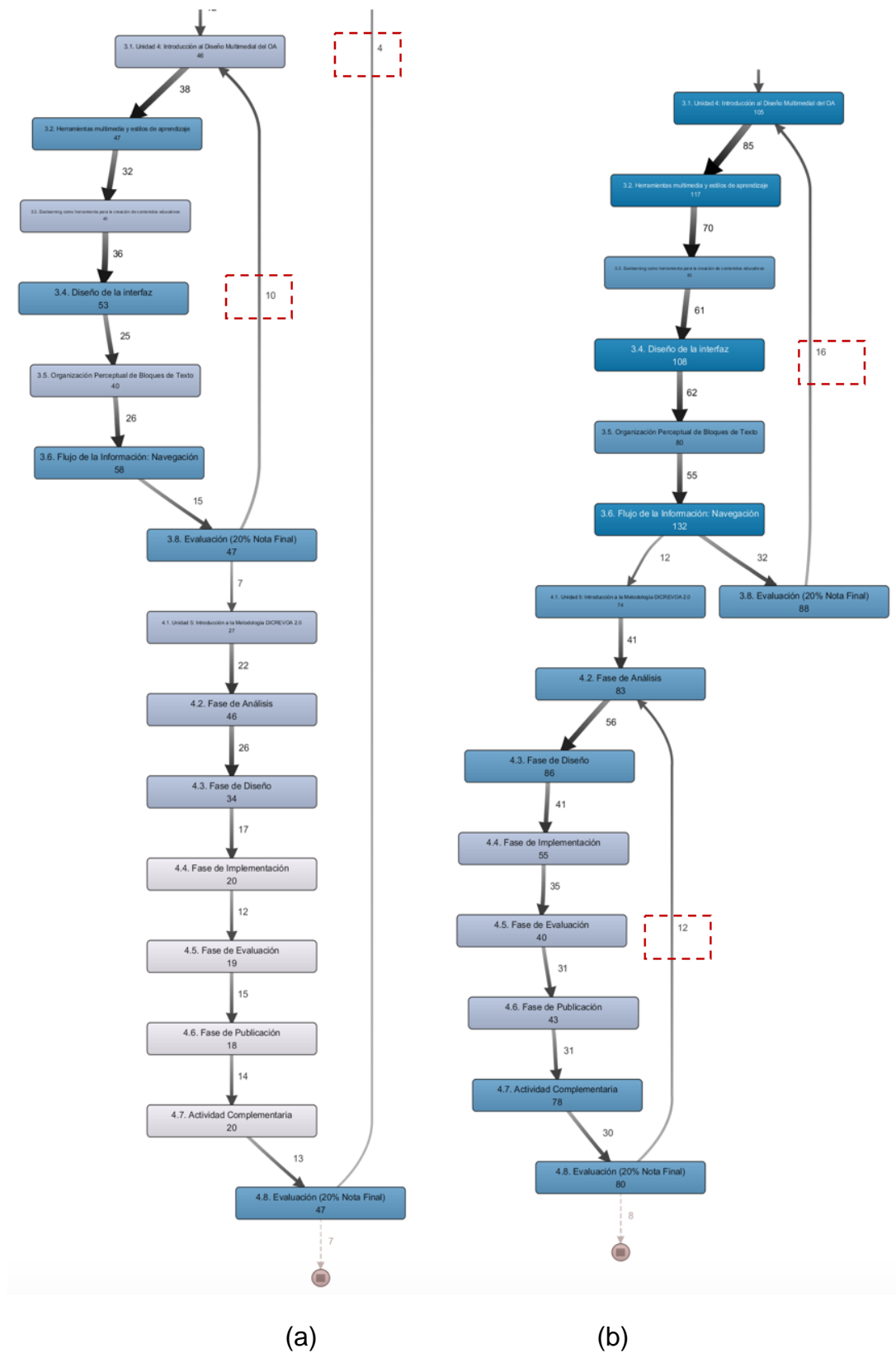


Imagen 7-29 Secuencia de Actividades de los módulos 3 y 4 del MOOC, para los participantes con SRL alto (a) y medio (b)

R2. En una sesión simple de trabajo, los participantes en un MOOC con nivel de SRL alta tienden a completar un mayor número de lecturas consecutivas.

Comparando los modelos (a) y (b) de la Imagen 7-30 podemos observar que la transición LECTURA//completa→LECTURA//completa se repite 1964 veces para los participantes con SRL alto mientras que la misma transición para los participantes con SRL medio se repite 780 veces. En base al número de repeticiones de secuencias consecutivas en la actividad LECTURA//completa podemos inferir considerando la cantidad de actividades y transiciones entre actividades, que los participantes con SRL alto trabajan de forma más intensa. Además, el modelo (a) de la Imagen 7-30 realiza 2620 actividades de LECTURA//completa a diferencia del modelo (b) de la misma imagen que solamente hace 1126.

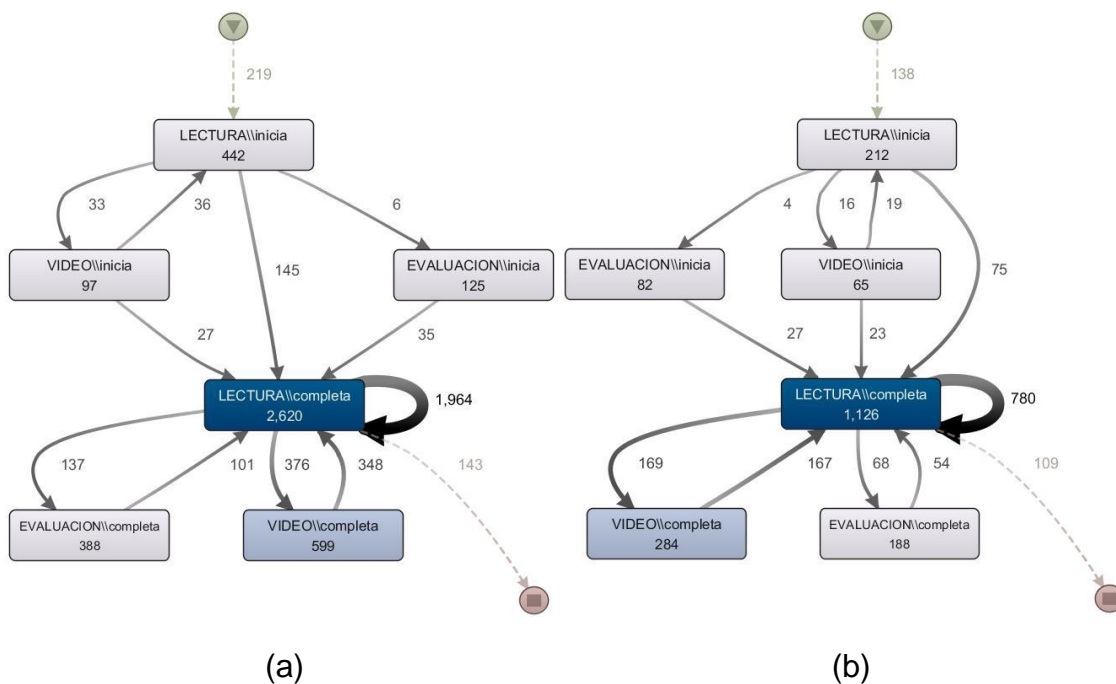


Imagen 7-30 Modelo de Procesos para participantes con SRL Alto (a) y Medio (b)

R3. En una sesión de trabajo, los participantes en un MOOC con EA teórico, reflexivo y pragmático tienden a iniciar una evaluación y luego a completarla sin realizar lecturas intermedias.

Observando los 4 modelos de la Imagen 7-31 (a, b, c, d) se observa que los modelos b, c y d que corresponden a los participantes teóricos, reflexivos y pragmáticos respectivamente existe una transición completa entre las actividades EVALUACION//inicia y EVALUACION//completa. Donde los

participantes teóricos realizan 19 transiciones, los reflexivos 21 y los pragmáticos 14. Diferenciándose de los participantes activos, Modelo (a) de la Imagen 7-31 que no presentan dicha secuencia de actividad sino una variación de la misma, en donde, las actividades EVALUACION//inicia y EVALUACION//completa se ven intermediadas por la actividad LECTURA//completa.

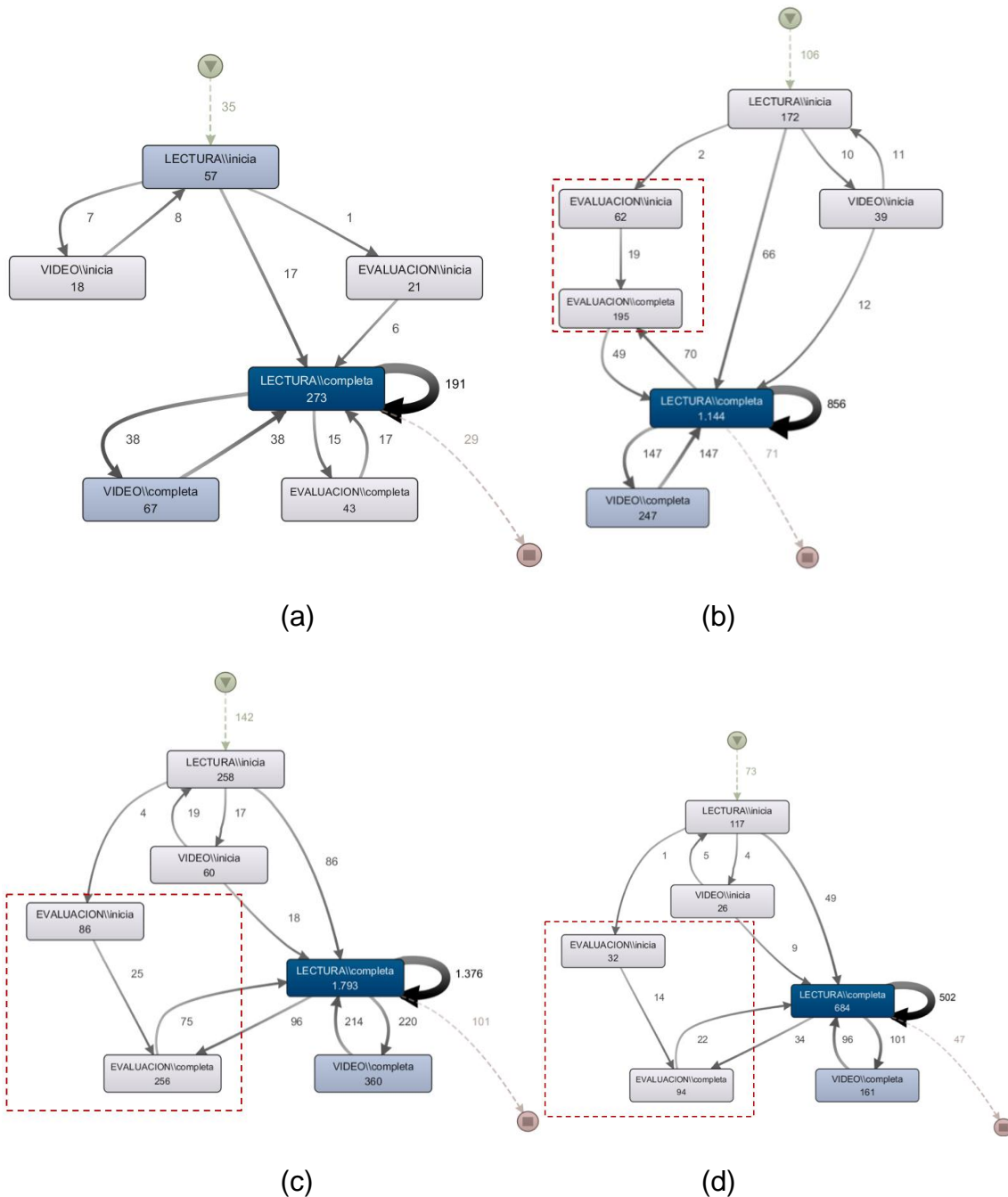


Imagen 7-31 Nivel Micro Estilos de aprendizaje (a) Activo, (b) Teórico, (c) Reflexivo y (d) Pragmático



R4. Los participantes en un MOOC con EA teórico y pragmático tienden a seguir la secuencia lineal planteada por el curso.

En base a la Imagen 7-34 (que es una sección del modelo completo para ejemplificar el conjunto de secuencias) los modelos de procesos generados tanto en (a) que representa a los participantes pragmáticos como (b) que representa a los participantes teóricos muestran las secuencias de actividades que estos realizaron, desde que inicia el MOOC hasta que lo terminan se puede observar que ambos grupos recorren de forma lineal cada una de las lecciones en el orden en las que fueron estructuradas para el MOOC.

R5. Los participantes en un MOOC con EA activo reportan valores medios menores en sus estrategias de SRL en comparación con los demás EA (Imagen 7-33). La estrategia de SRL “Time Management” o manejo del tiempo es en la que menos puntaje obtuvieron los participantes que reportaron EA activo. Esto se corrobora al observar el modelo de procesos de la Imagen 7-32. Se puede inferir que estos trabajan períodos de tiempo corto en una actividad y luego saltan a otra hacia delante o hacia atrás.

R6. Los participantes en un MOOC con EA activo no siguen la secuencia lineal planteada por la estructura del curso. De la Imagen 7-32 se puede observar la parte más importante del modelo de procesos generado, donde los participantes con EA activo tienden a dar saltos hacia atrás (retroceder en las lecciones) y recorrer de forma no secuencial el curso. Se puede observar en la zona marcada de color rojo, que después de realizar la primera lectura de la primera lección del primer módulo (caja rectangular de color azul fuerte enmarcada), estos intentan resolver la primera evaluación (caja rectangular de color azul menos intenso y sucesiva a la antes mencionada). Para esto realizan una serie de secuencias de actividades consecutivas entre la lección 1 y la evaluación 1 (14 transiciones). De estas transiciones podemos inferir que los participantes estuvieron regresando a revisar la lección para contestar las preguntas de la evaluación.

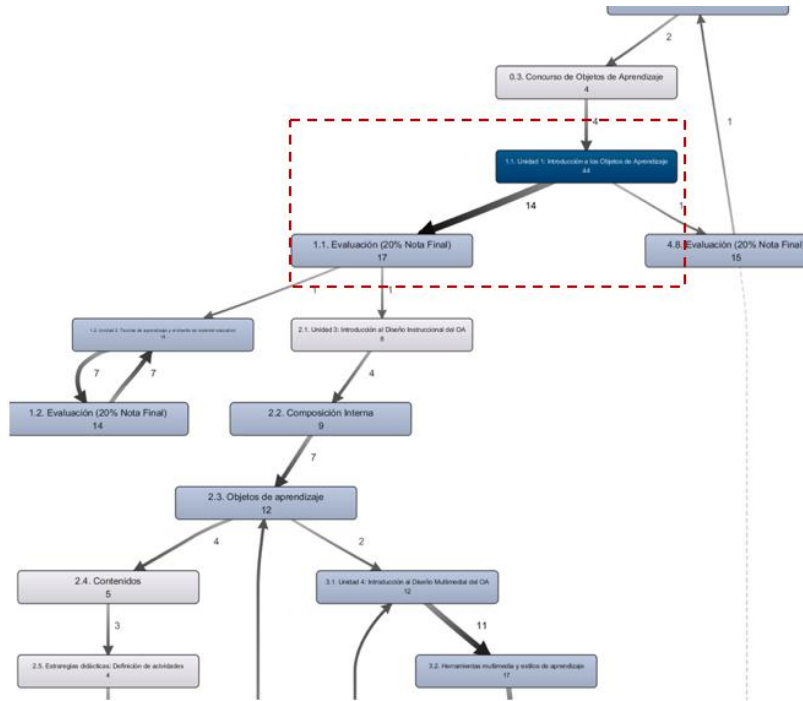


Imagen 7-32 Modelo de Procesos - Participantes EA Activo

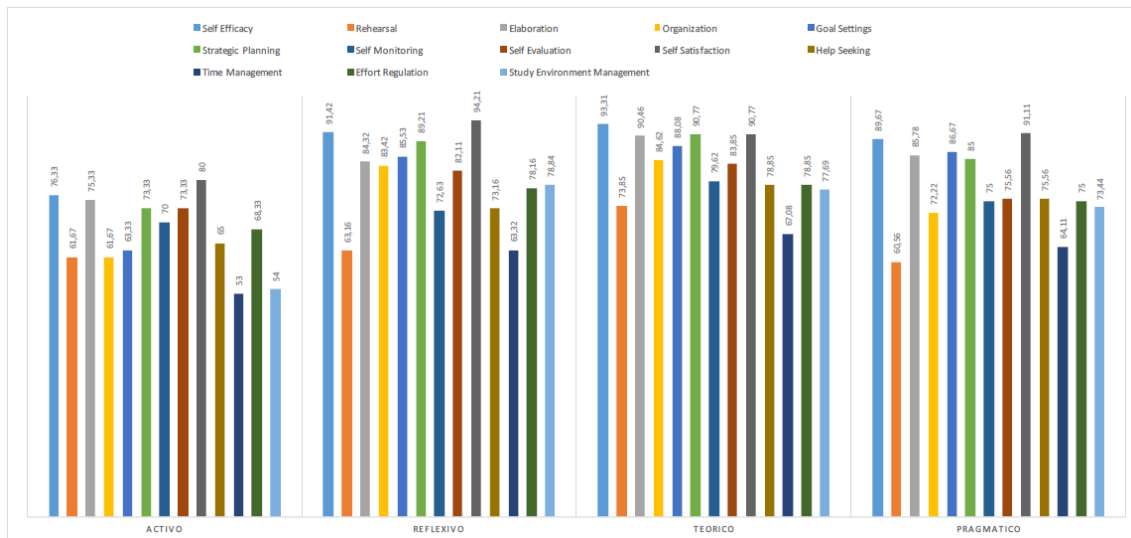


Imagen 7-33 Media de las estrategias SRL de los participantes en base a su EA

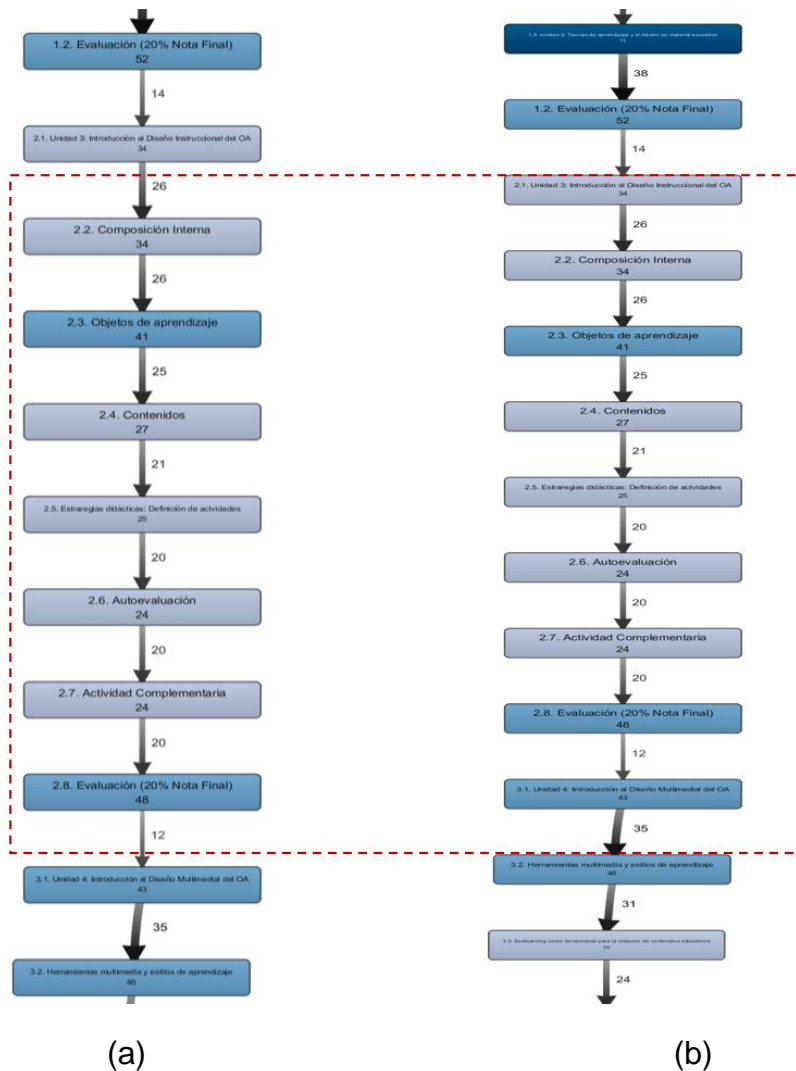


Imagen 7-34 Modelos de proceso para participantes (a) Pragmáticos y (b) teóricos.

R7. Los participantes en un MOOC con EA reflexivo tienden a seguir la secuencia lineal planteada por el curso, pero, además regresan al inicio de cada módulo después de completar una evaluación. Esto se observó tanto para los módulos 2, 3 y 4 del MOOC. La Imagen 7-35 muestra parte del modelo de procesos generado donde las secciones enmarcadas en rojo muestran la secuencia de actividades mencionadas anteriormente.

R8. Los participantes en un MOOC que completan el curso tienden a seguir de forma secuencial la estructura del curso. El modelo de procesos presentado en la Imagen 7-36 muestra la comparación de la secuencia de actividades realizadas por los participantes que completan el curso (a) en relación a los que no completan el curso (b). La sección enmarcada de rojo muestra la diferencia de las transiciones realizadas por cada grupo de participantes.

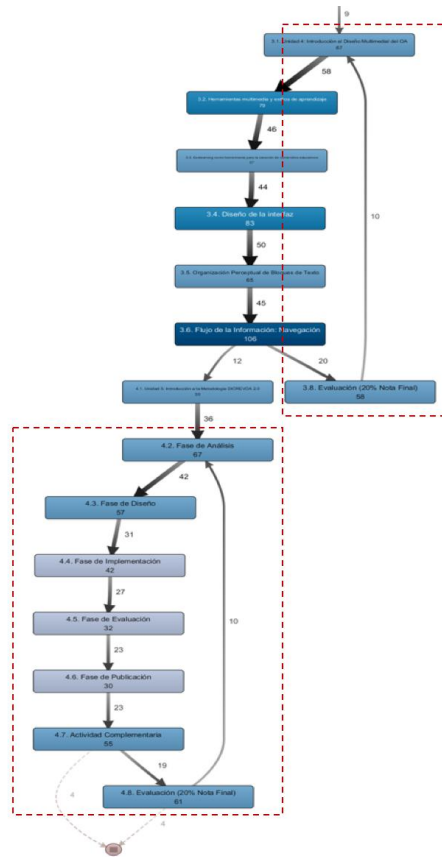


Imagen 7-35 Modelos de procesos de los módulos 2, 3 y 4 del MOOC para participantes con EA reflexivo.

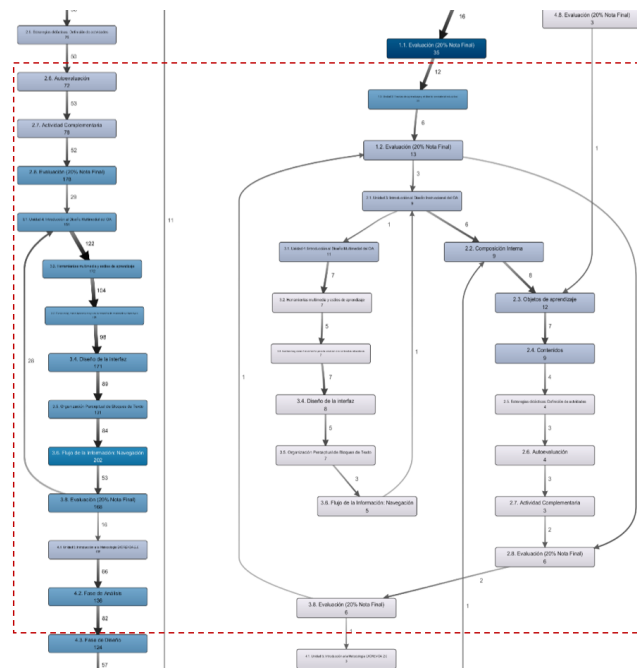


Imagen 7-36 Modelos de procesos para participantes que (a) completan el curso y (b) que no completan el curso.



7.5 Recapitulación

En este capítulo se desarrolló un caso de estudio basado en el curso MOOC "Diseño, Creación y Evaluación de Objetos de Aprendizaje", el curso contó con 99 participantes que brindaron la información necesaria para poder realizar el análisis, la información que se obtuvo de los participantes es la relacionada con el cuestionario que permitió conocer el nivel de autorregulación de los participantes de similar manera se usó el cuestionario CHAEA para identificar los distintos estilos de aprendizaje predominantes, así como la interactividad que presentó cada participante con los objetos de la plataforma como pueden ser videos, lecturas o evaluaciones, para la interactividad se analizó los LOG de eventos que se hayan en el tracking.log de Open edX, se hizo la limpieza de datos necesaria y utilizando la herramienta Disco se aplicó minería de procesos que nos permitió descubrir los procesos en donde se indica como es el recorrido de los participantes dependiendo de su nivel de autorregulación y su estilo de aprendizaje. Como resultado de este caso de estudio se puede observar que los participantes que cuentan con un nivel de autorregulación alto terminan el curso, a diferencia que los de nivel bajo que en su mayoría abandonan el curso en la segunda semana, en cuanto a los participantes que cuentan con un estilo de aprendizaje teórico y reflexivo siguen de manera secuencial el curso, no así los de estilo activo que se mueven por todo el curso de forma no secuencial en el MOOC.



Capítulo 8 : Conclusiones y Trabajos Futuros

8.1 Conclusiones Finales

Las conclusiones generadas mediante este trabajo de titulación se exponen a continuación:

- Los MOOC son cursos en línea masivos y abiertos accesibles por cualquier persona a través de una conexión de internet. Según las bases teóricas expuestas en el capítulo 2, los MOOC se clasifican en base a la teoría de aprendizaje que se emplea, derivando en dos tipos principales: cMOOC enfocados al autoaprendizaje y xMOOC enfocados a una fuente más tradicional. Estos cursos por sus características pueden ser cursados por cualquier persona independientemente de su ubicación, motivaciones, etc., ofertando una gran variedad de contenido que abarca temas varios de interés general o profesional. Una de sus principales ventajas es aprender con material diseñado por las mejores entidades universitarias del mundo.
- En la actualidad existen varias plataformas que ofertan cursos MOOC, entre las que presentan mayor número de cursos y participantes, según el estudio presentado en el capítulo 3 son Coursera, edX, ALISON, FutureLearn, MiriadaX y OpenLearning. Cada una de ellas con sus respectivas características que las diferencian entre sí, de estas plataformas, la que se utilizó para el desarrollo de este trabajo de titulación es Open edX y entre las razones por las que se seleccionó esta plataforma se debe a que ofrece la posibilidad de instalar un servidor de pruebas de forma local antes de ser desplegado en producción, además, de ser facilitar el acceso a su código abierto lo que posibilita la manera de adaptar nuevos módulos de ser necesario.
- El modelo conceptual obtenido en el capítulo 3 cubre muchos aspectos de la estructura que presenta un curso MOOC (por ejemplo, jerarquía del contenido, estructuración de las clases, relación entre los estudiantes y el contenido del curso, etc.) en cualquier plataforma de forma general, por lo que podría servir de base para realizar estudios que estén relacionados con los MOOC.



- La revisión teórica expuesta en el capítulo 4 permite determinar que la autorregulación del aprendizaje se ve reflejada en la capacidad de auto aprender de las personas en base a distintas estrategias, contrario a los estilos de aprendizaje, que no determinan la capacidad de aprender sino determinan la preferencia que se tiene a una u otra forma de aprender.
- Open edX es una plataforma MOOC de código abierto que permite la gestión de la misma en un servidor local, en base a lo expuesto en el capítulo 5 se concluye que esta plataforma brinda escalabilidad de tal manera que se pueden adaptar módulos adicionales en base a necesidades nacientes.]]
- La minería de procesos es una disciplina que permite el análisis de procesos de negocio basados en registros de eventos, según lo expuesto en el capítulo 6, la minería de procesos se diferencia principalmente de otras disciplinas (BPM, BI, Big Data, etc.) porque se enfoca en descubrir modelos en tiempo real, mas no adaptarlos a un modelo predefinido, y se complementa con disciplinas como la minería de datos debido a que el alcance de ambas es diferente. Finalmente, los algoritmos de minería de procesos son variados, pero su utilidad depende de lo que se pretende realizar con el estudio y el tipo de datos que este maneje.
- En cuanto al caso de estudio presentado en el capítulo 7 se obtiene las siguientes conclusiones:
 - Los participantes en un MOOC con nivel de SRL medio tienden a regresar al inicio de cada módulo después de completar una evaluación, mientras que los participantes con nivel de SRL alta no repiten este comportamiento al finalizar el curso.
 - En una sesión simple de trabajo, los participantes en un MOOC con nivel de SRL alta tienden a completar un mayor número de lecturas consecutivas que los participantes con nivel de SRL media.
 - Se observa que, en una sesión de trabajo, los participantes en un MOOC con EA teórico, reflexivo y pragmático tienden a iniciar una evaluación y luego a completarla sin realizar lecturas intermedias. Sin embargo, los participantes con EA activo, completan una evaluación solo si antes han iniciado o completado una lectura previa.



- Los participantes en un MOOC con estilo de aprendizaje teórico y pragmático, tienden a seguir la secuencia lineal planteada por el curso. Los de estilo reflexivo también tienden a seguir la secuencia lineal, pero a diferencia de los estilos anteriores, estos tienden a regresar al inicio de cada módulo después de completar una evaluación. Esto confirma las características generales que tienen los participantes con estos tipos de EA. Por ejemplo, el estilo activo, tan pronto disminuye el interés por una actividad tienden a buscar una nueva. Además, en base a los modelos, que los activos tienden a iniciar una nueva actividad, dando saltos a la siguiente actividad sin haber completado la anterior. En cambio, la estructura secuencial del curso parece favorecer más a aquellos participantes que reportan sobre todo EA reflexivo y teórico.
- Los participantes en un MOOC que completan el curso tienden a seguir de forma secuencial el curso observándose únicamente que regresan al inicio del módulo 3 después de completar la evaluación de este módulo, mientras que los participantes que no completan el curso tienden a dar saltos hacia atrás a lo largo de todo el curso.
- Este trabajo de titulación contribuye con una nueva perspectiva para el estudio y entendimiento sobre cómo se autorregulan los participantes en un MOOC y sobre qué tipo de EA la plataforma se adecúa y adapta mejor, para esto se han estudiado los procesos (actividades) realizados por los participantes en el MOOC.
- En este estudio exploratorio se han combinado los datos de los cuestionarios auto-reportados por los participantes (SRL y EA) con los datos que estos han dejado sobre la plataforma Open edX (log de datos). El resultado de la interacción de los participantes a nivel micro (con objetos del curso) y macro (con las lecciones del curso) fue derivado a partir del uso técnicas de MP. El algoritmo de descubrimiento de Disco (basado en Fuzzyminer) permitió obtener un conjunto de modelos de procesos que evidencian la secuencia de actividades realizadas por los participantes. La visualización de estos modelos ayuda a entender como navegan los participantes a través del MOOC, basado en las características particulares de SRL y EA de estos.



8.2 Líneas de Trabajo Futuro

A partir del presente trabajo de titulación surgen diversas líneas de trabajo futuro, entre las cuales es necesario resaltar la continuidad en el análisis de la información de cursos MOOC con respecto al recorrido de los participantes, en plataformas y contextos diferentes a las utilizadas durante este caso de estudio.

Partiendo de este proyecto se puede proceder con el análisis masivo de información de recorrido de participantes en cursos MOOC, considerando distintos diseños del curso y bajo distintos contextos, con el propósito de buscar nuevos patrones de interacción.

A su vez, la variación en el diseño de los contenidos en el MOOC permitirá determinar un enfoque de preferencia de seguimiento con respecto a los diferentes estilos de aprendizaje, complementándose al mismo tiempo con los niveles de autorregulación, y finalmente, determinando la variación del completar o no completar el curso con respecto al tipo de objetos que predominen en el mismo.



8.3 Trabajos Derivados

En base a este trabajo de titulación, se han derivado un conjunto de publicaciones científicas, entre las cuales tenemos:

- Publicación científica aprobada bajo el título “Exploring Differences in How Learners Navigate in MOOCs Based on Self-Regulated Learning and Learning Styles A Process Mining Approach” enviado al CLEI 2016 en el Simposio Latinoamericano de Informática y Sociedad.
- Extensión de la publicación científica anteriormente mencionada para la revista CLEI Electronic Journal, bajo petición de la misma.
- Colaboración en el levantamiento de información del proyecto MOOC-Maker para la creación el informe publicado bajo el título “Estado del arte de adopción de MOOCs en la Educación Superior en América Latina y Europa”



Referencias

- Aalst, W. Van Der, Adriansyah, A., Karla, A., Medeiros, A. De, Arcieri, F., Blickle, T., ... Wynn, M. (2011). Manifiesto sobre Minería de Procesos.
- Aguirre, H., & Rincón, N. (2015). Minería de procesos : Desarrollo, Aplicaciones y Factores Criticos. <http://doi.org/10.11144/Javeriana.cao28-50.mpda>.
- Ahrache, S. I. El, Badir, H., Tabaa, Y., & Medouri, A. (2013). Massive Open Online Courses : A New Dawn for Higher Education? *International Journal on Computer Science and Engineering*, 5(5), 323–327. Retrieved from <http://www.doaj.org/doi?func=openurl&issn=09753397&date=2013&volume=5&issue=5&spage=323&genre=article>
- Alonso, C., Gallego, D., & Honey, P. (1994). *Los Estilos de Aprendizaje, Procedimiento de Diagnostico y Mejora*. Ediciones Mensajero. Universidad de Deusto. Bilbao.
- Arias Chaves, M., & Rojas Cordoba, E. (2014). Deciphering event logs in SharePoint Server: A methodology based on process mining. In *Computing Conference (CLEI), 2014 XL Latin American* (pp. 1–12).
- Bahamón Muñetón, M. J., Vianchá Pinzón, M. A., Alarcón Alarcón, L. L., & Bohérquez Olaya, C. I. (2012). Estilos y estrategias de aprendizaje : una revisión empírica y conceptual de los últimos diez años. *Pensamiento Psicológico*, 10(1), 129–144. <http://doi.org/10.11144/183>
- Barnard, L., Lan, W. Y., To, Y. M., Paton, V. O., & Lai, S. L. (2009). Measuring self-regulation in online and blended learning environments. *Internet and Higher Education*, 12(1), 1–6. <http://doi.org/10.1016/j.iheduc.2008.10.005>
- Bartolomé, A., & Steffens, K. (2015). ¿Son los MOOC una alternativa de aprendizaje? *Revista Científica de Educomunicación "Comunicar,"* 44, 91–99. <http://doi.org/10.3916/C44-2015-10>
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning : where we are today. *International Journal of Educational Research*, 31, 445–457.
- Borkowski, J. G. (1996). Metacognition: Theory or chapter heading? *Learning and Individual Differences*, 8(4), 391–402.
- Briggs, K. C., & Myers, I. B. (1977). *The Myers-Briggs Type Indicator: Form G*. Consulting Psychologists Press.
- Cabero, J., Llorente, M. del C., & Vázquez, A. I. (2014). Las tipologías de MOOC: Su diseño e implicaciones educativas. *Profesorado*, 18(1), 13–26.
- Chan, M. E., Varela, G., Oliva, G., Mercado, P., & Morales, R. (2015). Aprendizaje Colaborativo en Línea y Abierto – COOL. *Virtual Educa Foros Virtuales*, 2018(Figura 1), 1–16.



- Chaves, M. A., & Córdoba, E. R. (2014). Deciphering event logs in SharePoint Server: A methodology based on process mining. In *Proceedings of the 2014 Latin American Computing Conference, CLEI 2014* (pp. 1–12). <http://doi.org/10.1109/CLEI.2014.6965174>
- Collado Sánchez, A. (2014). *Sistema de recomendación de recursos basado en filtrado colaborativo para la plataforma edX*. 2016. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10016/22845>
- Dunn, R. S., & Dunn, K. J. (1978). *Teaching students through their individual learning styles: A practical approach*. Prentice Hall.
- Fallis, A. . (2013). Comparación de diferentes plataformas MOOC de código abierto. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674–681.
- Fuentes, S., & Rosário, P. (2013). *Mediar para la Autorregulación del Aprendizaje : Un desafío educativo para el siglo XXI*.
- Gasevic, D., Kovanovic, V., Joksimovic, S., & Siemens, G. (2014). Where is research on massive open online courses headed? A data analysis of the MOOC Research Initiative. *The International Review Of Research In Open And Distributed Learning*, 15(5).
- Gea, M. (2015). *Informe MOOC y criterios de calidad*. Retrieved from http://www.crue.org/TIC/Documents/InformeMOOC_CRUETIC_ver1_0.pdf
- Guàrdia, L., Maina, M., & Sangrà, A. (2013). MOOC Design Principles. A Pedagogical Approach from the Learner's Perspective. *eLearning Papers*, 33(May), 1–6.
- Günther, C. W., & Rozinat, A. (2012). Disco: Discover Your Processes. *BPM (Demos)*, 940, 40–44.
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2014). Students' and instructors' use of massive open online courses (MOOCs): Motivations and challenges. *Educational Research Review*, 12, 45–58.
- Honey, P., & Munford, A. (1986). *The Manual of Learning Styles*.
- José Luis, G. C., José Antonio, S. R., & Catalina M, A. G. (2009). Instrumentos De Medicion De Estilos De Aprendizaje. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 4(4), 1–23. Retrieved from http://www.uned.es/revistaestilosdeaprendizaje/numero_4/Artigos/lsr_4_articulo_1.pdf
- Karsenti, T. (2013). The MOOC. What the research says. *International Journal of Technologies in Higher Education*, 10(2), 72. Retrieved from http://karsenti.ca/archives/RITPU_VOL10_NO2_MOOC_ENvf.pdf



- Keefe, J. (1988). *Profiling and Utilizing Learning Style*. Natl Assn of Secondary School.
- Kizilcec, R. F., & Schneider, E. (2015). Motivation as a Lens to Understand Online Learners: Toward Data-Driven Design with the OLEI Scale. *Transactions on Computer-Human Interactions (TOCHI)*, 22(2), 24.
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. a. (2005). The Kolb Learning Style Inventory — Version 3.1 2005 Technical Specifications. *LSI Technical Manual*, 1–72. [http://doi.org/10.1016/S0260-6917\(95\)80103-0](http://doi.org/10.1016/S0260-6917(95)80103-0)
- Leemans, S. J. J., Fahland, D., & van der Aalst, W. M. P. (2015). Exploring processes and deviations. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 202(Cd), 304–316. http://doi.org/10.1007/978-3-319-15895-2_26
- Littlejohn, A., Hood, N., Milligan, C., & Mustain, P. (2016). Learning in MOOCs: Motivations and self-regulated learning in MOOCs. *The Internet and Higher Education*, 29, 40–48.
- Liu, Z., He, J., Xue, Y., Huang, Z., Li, M., & Du, Z. (2015). Modeling the Learning Behaviors of Massive Open Online Courses. *Big Data (Big Data)*, 2015 *IEEE International Conference on*, 2883–2885. <http://doi.org/10.1109/BigData.2015.7364110>
- Mallo, A., Rivarola, M., & Bertazzi, G. (2001). *MOOC : un nuevo desafío para la Educación Superior*. Retrieved from <http://fcf.unse.edu.ar/eventos/eici-2015/contenido/pdf/21.pdf>
- Méndez García, C. M. (2013). Diseño e implementación de cursos abiertos masivos en línea (MOOC): expectativas y consideraciones prácticas. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 36, 1–19. Retrieved from <http://www.um.es/ead/red/39/mendez.pdf>
- Peralta, A., & Piedra, C. (2015). *EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE LA ASIGNATURA DE ALGORITMOS, DATOS Y ESTRUCTURAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA A PARTIR DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO CONCEPTUAL DE DATOS APLICADO A UN MOOC*. UNIVERSIDAD DE CUENCA. Retrieved from <http://dSPACE.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22291>
- Pérez-Sanagustín, M., Hilliger, I., Alario-, C., Kloos, C. D., & Rayyan, S. (2016). Describing MOOC-based Hybrid initiatives : The H-MOOC Framework. *EUROPEAN STAKEHOLDER SUMMIT on Experiences and Best Practices in and around MOOCs*, 1–13. Retrieved from https://mperezsanagustin.files.wordpress.com/2012/05/2016-frameworkhybrided-emoocs_preprint.pdf
- Pérez-Sanagustín, M., Maldonado, J. J., & Morales, N. (2016). Estado del arte de adopción de MOOCs en la Educación Superior en América Latina y



- Europa. *MOOC-Maker Construction of Management Capacities of MOOCs in Higher Education*, 1.
- Pintrich, P. (2000). The Role of Goal Orientation in Self-Regulated Learning.
- Pintrich, P., Smith, D., Garcia, T., & Mckeaechie, W. (1993). Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53, 801–813.
- Puustinen, M., & Pulkkinen, L. (2001a). Models of self-regulated learning: A review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45(3), 269–286.
- Puustinen, M., & Pulkkinen, L. (2001b). *Models of Self-regulated Learning: A review*.
- Raposo-Rivas, M., Martínez-Figueira, E., & Sarmiento-Campos, J.-A. (2015). A Study on the Pedagogical Components of Massive Online Courses / Un estudio sobre los componentes pedagógicos de los cursos online masivos. *Comunicar*, 22(44), 27–35. <http://doi.org/10.3916/C44-2015-03>
- Rojas, E., Munoz-Gama, J., Sepúlveda, M., & Capurro, D. (2016). Process Mining in Healthcare: A literature review. *Journal of Biomedical Informatics*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046416300296>
- Roth, A., Ogrin, S., & Schmitz, B. (2015). Assessing self-regulated learning in higher education: a systematic literature review of self-report instruments. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 1–26.
- Rotz, A. (2014). How is Process Mining Different From.
- Sanchez, E. (2013). MOOC: Resultados Reales. *Revista Educacion Virtual*. Retrieved from <http://revistaeducacionvirtual.com/archives/529>
- Santiago, H., & Mayorga, A. (2015). Minería de procesos: desarrollo, aplicaciones y factores críticos, 28(50), 137–157. <http://doi.org/10.11144/Javeriana.cao28-50.mpda>.
- Santofimia Ruiz, J., Pijeira Díaz, H. J., Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz-Merino, P. J., & Delgado Kloos, C. (2014). Towards the Development of a Learning Analytics Extension in Open edX. *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, (SEPTEMBER), 299–306. <http://doi.org/10.1145/2669711.2669914>
- Siemens, G. (2012). MOOCs are really a platform. Retrieved from <http://www.elearnspace.org/blog/2012/07/25/moocs-are-really-a-platform/>
- Tamez, M. (2014). MOOC. *Observatorio de la Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey*. Retrieved from <http://www.sitios.itesm.mx/webtools/Zs2Ps/roie/mayo14.pdf>
- van Der Aalst, W. (2016). *Process mining: discovery, conformance and enhancement of business processes* (Second Edi). Springer Science &



Business Media.

- van Der Aalst, W., Adriansyah, A., de Medeiros, A. K. A., Arcieri, F., Baier, T., Blickle, T., ... others. (2011). Process mining manifesto. In *Business process management workshops* (pp. 169–194).
- van Eck, M. L., Lu, X., Leemans, S. J. ., & van der Aalst, W. M. . (1999). PM2: a Process Mining Project Methodology, *1626*, 41–56–56.
<http://doi.org/10.1007/3-540-48738-7>
- van Eck, M. L., Lu, X., Leemans, S. J. J., & van der Aalst, W. M. P. (2015). PM²: A Process Mining Project Methodology. In *Advanced Information Systems Engineering* (pp. 297–313).
- Weinstein, C. E., & Palmer, D. R. (2002). *LASSI User's Manual: For Those Administering the Learning and Study Strategies Inventory*. H & H Pub.
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated learning. *Metacognition in Educational Theory and Practice*, *93*, 27–30.
- Wirth, J., & Leutner, D. (2008). Self-regulated learning as a competence: Implications of theoretical models for assessment methods. *Zeitschrift Für Psychologie/Journal of Psychology*, *216*(2), 102–110.
- Zhenghao, C., Alcorn, B., Christensen, G., Eriksson, N., Koller, D., & Emanuel, E. (2015). Who's Benefiting from MOOCs, and Why. Retrieved October 13, 2015, from <https://hbr.org/2015/09/whos-benefiting-from-moocs-and-why>
- Zimmerman, B. J. (1994). dimensions of academic self-regulation a conceptual framework for education.
- Zimmerman, B. J. (1998). Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining Self-Regulation: a social cognitive perspective. *Handbook of Self-Regulation*, 13–39.
- Zimmerman, B. J. (2015). *Self-Regulated Learning: Theories, Measures, and Outcomes. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. Elsevier. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080970868260601>