

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO SOFTWARE PARA ADAPTAR UN PROCESO FORMATIVO SOPORTADO EN SERVICIOS DE INTERNET APLICANDO TÉCNICAS DE LEARNING ANALYTICS



Universidad
del Cauca

Trabajo de Grado

Martha Isabel Ramos Fuentes

Alejandro Maya Agudelo

Director: Ph.D. Gustavo Adolfo Ramírez González

Asesor: Mag. Mario Fernando Solarte Sarasty

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Departamento de Telemática

Grupo Ingeniería Telemática GIT

Línea de investigación Aplicación y Servicios sobre Internet

Popayán, Octubre de 2015

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Introducción	1
1.2. Problema y motivación (Planteamiento del problema)	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Actividades y Metodología	3
1.5. Contribuciones	4
1.6. Estructura del documento	4
2. Estado del Arte	5
2.1. Límites del estudio	5
2.2. Conceptos Fundamentales	5
2.2.1. E-learning	5
2.2.2. B-learning	6
2.2.3. Web 2.0	6
2.2.4. E-learning 2.0	6
2.2.5. MOOC	6
2.2.6. Learning Analytics	6
2.3. Vigilancia tecnológica	7
2.3.1. Planeación	7
2.3.1.1. Objetivo general del estudio	8
2.3.1.2. Objetivos específicos del estudio	8
2.3.1.3. Identificación de fuentes de información	8
2.3.1.4. Selección de palabras clave	8
2.3.2. Búsqueda y Captación	9
2.3.3. Análisis	9
2.3.3.1. Dinámica en producción de artículos científicos	10
2.3.3.2. Países Representativos	10
2.3.3.3. Instituciones Representativas	12
2.3.3.4. Autores	13
2.3.3.5. Palabras Clave	13
2.3.3.6. Idiomas de publicación	15
2.3.3.7. Artículos más citados	16
2.3.3.8. Tipo de Publicación (artículo o memorias)	16
2.3.3.9. Red de autores	16

2.3.4.	Comunicación	17
2.4.	Trabajos Relacionados	17
2.4.1.	Arquitecturas o iniciativas para Learning Analytics	17
2.4.2.	Fundamentación de Learning Analytics	19
2.4.3.	Aplicaciones de Learning Analytics	20
2.5.	Conclusiones del estado del arte	21
3.	Learning Analytics. Análisis y selección del tipo de análisis para la adaptación de un proceso de aprendizaje	23
3.1.	Aspectos generales de Learning Analytics	23
3.1.1.	Definición	23
3.1.2.	Partes interesadas	23
3.1.3.	Tipos de datos educativos	24
3.2.	Elementos o Tipos de Análisis de Learning Analytics	25
3.2.1.	Análisis Visual	26
3.2.2.	Análisis Social	27
3.2.3.	Análisis de discurso	29
3.2.4.	Análisis Predictivo	30
3.2.5.	Análisis Adaptativo	32
3.3.	Criterios de selección para el tipo de análisis	33
3.4.	Análisis de la información relacionada con los tipos de análisis de Learning Analytics teniendo en cuenta los criterios de selección	33
3.5.	Selección del tipo de análisis para la adaptación del proceso de aprendizaje al perfil del estudiante	37
4.	Plataformas para la implementación del análisis adaptativo de Learning Analytics	39
4.1.	Criterios de selección de la plataforma	39
4.2.	Plataformas para la implementación del prototipo	40
4.2.1.	Moodle (https://moodle.org/)	40
4.2.2.	OpenMOOC (http://openmooc.org/)	41
4.2.3.	Open edX (https://open.edx.org/)	42
4.2.4.	Lernanta (https://www.p2pu.org/)	43
4.2.5.	Course Builder (https://code.google.com/p/course-builder/)	43
4.2.6.	Actividad de los repositorios de las Plataformas MOOC	44
4.3.	Análisis y selección de la plataforma	44
5.	Construcción del prototipo software y Desarrollo del estudio de caso.	47
5.1.	Definición y descripción del modo de implementación del Análisis Adaptativo	47
5.2.	Consideraciones para el prototipo	49
5.3.	Aproximación Metodológica [75]	50
5.3.1.	Fases de AUP	50
5.3.2.	Disciplinas de AUP	51
5.4.	Modelado	52
5.4.1.	Requisitos	52
5.4.1.1.	Requisitos funcionales (RF)	52
5.4.1.2.	Requisitos no funcionales (RNF)	53
5.4.2.	Modelo de Casos de uso	53

5.4.2.1.	Casos de uso	54
5.4.2.2.	Diagrama de casos de uso	54
5.4.2.3.	Actores del sistema	54
5.4.2.4.	Casos de uso extendidos	56
5.4.3.	Arquitectura del prototipo [80]	64
5.4.3.1.	Tecnologías	64
5.4.3.2.	Componentes	65
5.4.3.3.	Estructura de los cursos	65
5.4.3.4.	API de Analytics	65
5.4.3.5.	Tareas en background	66
5.4.4.	Opciones para extender la plataforma Open edX	66
5.4.5.	Desarrollo a través de XBlock SDK	67
5.4.6.	Instancias Open edX	68
5.5.	Implementación	68
5.6.	Pruebas	73
5.6.1.	Pruebas iniciales	74
5.6.2.	Preparación y ejecución del estudio de caso 1	74
5.6.3.	Resultados	75
5.6.4.	Ajustes técnicos	75
5.7.	Despliegue	75
5.7.1.	Diseño del estudio de caso 2	76
5.7.2.	Preparación para el estudio de caso	78
5.7.3.	Ejecución del estudio de caso 2	80
5.8.	Análisis y Resultados	80
5.8.1.	Visualización de recursos	81
5.8.2.	Tiempo de uso de los recursos	81
5.8.3.	Calificación de los recursos	82
5.8.4.	Coincidencia del estilo de aprendizaje asignado vs. estilo VARK	82
5.8.5.	Coincidencia del estilo asignado vs estilo seleccionado	84
5.8.6.	Evaluaciones y tiempo de uso de recursos	86
5.8.7.	Respuestas a las preguntas de las evaluaciones	92
5.8.8.	Relación entre estudiantes de mayor y menor rendimiento	93
5.8.9.	Uso de los diferentes tipos de recursos	94
6.	Conclusiones y trabajo futuro	97
6.1.	Conclusiones	97
6.2.	Trabajo Futuro	98
	Glosario de siglas	98
7.	Bibliografía	101
	Anexos	
A.	Valores y principios del Manifiesto Ágil	1
A.1.	Valores	1
A.2.	Principios	1

B. Casos de uso extendidos de funciones no modificadas de la plataforma Open edX	3
C. Redes de coautoría	9
D. Manual de usuario Open edX en la Universidad del Cauca	13
D.1. Acceso a la plataforma	13
D.2. Inscripción	13
D.3. Activación de la cuenta	14
D.4. Inscripción al curso	14
D.5. Guía para el desarrollo del curso	14
E. Manual de usuario del instructor	24
F. Evaluación Módulo 1	28
G. Evaluación Módulo 2	32
H. Test VARK	36

Lista de figuras

2.1. Fases de la vigilancia tecnológica	7
2.2. Número de artículos por fuente de información (Fuente: <i>Matheo Analyzer</i>)	9
2.3. Dinámica de publicación por año (Fuente: <i>Matheo Analyzer</i>)	10
2.4. Países representativos (Fuente: <i>Matheo Analyzer</i>)	11
2.5. Países representativos (mapa). (Fuente: software <i>Matheo Analyzer</i>)	11
2.6. Número de artículos por autor según el año de publicación. (Fuente: software <i>Matheo Analyzer</i>)	12
2.7. Instituciones Representativas. (Fuente: software <i>Matheo Analyzer</i>)	12
2.8. Autores más representativos. (Fuente: software <i>Matheo Analyzer</i>)	13
2.9. Número de artículos por autor según el año	14
2.10. Palabras Clave más utilizadas	14
2.11. Idiomas de publicación (porcentaje)	15
2.12. Idiomas de publicación (valor)	15
2.13. Artículos más citados	16
2.14. Tipo de Publicación	17
3.1. Diagrama de red (Fuente: An exploration of the development of a resource for monitoring online student networking. <i>British Journal of Educational Technology</i> , 41(5), 736-752)	28
5.1. Ciclo de vida de AUP [75]	51
5.2. Diagrama de Casos de uso del sistema	55
5.3. Diagrama de bloques de Open edX	64
5.4. Arquitectura de <i>edX Analytics Pipeline</i>	66
5.5. Xblock – Test VARK	69
5.6. Contadores del test VARK	70
5.7. Xblock – Contenido Vark	71
5.8. Diferentes configuraciones del Xblock	72
5.9. Material curso con variables de monitoreo (Número de veces que es abierto el recurso y tiempo de uso)	72
5.10. Servidor	78
5.11. Pantalla de inicio del LMS de Open edX	79
5.12. Pantalla de inicio del componente Studio	79
5.13. Publicidad del curso en redes sociales Twitter y Facebook	80
5.14. Visualización de recursos	81
5.15. Tiempo promedio de uso de recursos	83
5.16. Calificación general de los tipos de recursos	84
5.17. Coincidencia del estilo de aprendizaje asignado vs estilo VARK	85
5.18. Coincidencia del estilo asignado vs el estilo seleccionado	86
5.19. Dispersión de resultados módulo 1 - grupo 1	88
5.20. Dispersión de resultados módulo 2 - grupo 1	88
5.21. Dispersión de resultados módulo 1 - grupo 2	89
5.22. Dispersión de resultados módulo 2 - grupo 2	89
5.23. Dispersión de resultados módulo 1 - grupo 3	90
5.24. Dispersión de resultados módulo 2 - grupo 3	90

5.25. Resultados promedio evaluaciones	92
5.26. Índice de aciertos de cada pregunta de las evaluaciones	93
5.27. Resultados evaluación estudiantes con mayores y menores rendimientos	95
5.28. Uso de recursos estudiantes con mayores y menores rendimientos	95
5.29. Número de aperturas de cada recurso	96
5.30. Estilo de aprendizaje asignado en una unidad	96
C.1. Ejemplo de una red de coautoría	9
C.2. Redes de 7 autores	10
C.3. Redes de 8 autores	10
C.4. Redes de 10 autores	11
C.5. Redes de 21 autores	11
C.6. Redes de 59 autores	12
D.1. Pantalla de inicio Open edX en la Universidad del Cauca	14
D.2. Registro	15
D.3. Correo de activación	15
D.4. Activación completada	16
D.5. Explorar cursos	16
D.6. Descripción de un curso	17
D.7. Ver curso	17
D.8. Contenido del curso	18
D.9. Test inicial	18
D.10. Cambio de unidad	19
D.11. Primera unidad temática	19
D.12. Cambio de tipo de contenido	21
D.13. Botón "siguiente"	22
D.14. Evaluación	22
D.15. Calificar respuesta	22
D.16. Progreso del curso	22
D.17. Ajustar calidad de video	23
E.1. Consola de administración	24
E.2. Autenticación	24
E.3. Consola de administración Django	25
E.4. Acceso administración "Courseware"	26
E.5. Registros almacenados en base de datos	26
E.6. Información de los registros	27

Lista de tablas

3.1. Evaluación del análisis visual según los criterios de selección.	34
3.2. Evaluación del análisis social según los criterios de selección.	34
3.3. Evaluación del análisis de discurso según los criterios de selección.	35
3.4. Evaluación del análisis predictivo según los criterios de selección.	35
3.5. Evaluación del análisis adaptativo según los criterios de selección.	36
3.6. Resumen del cumplimiento de los criterios de selección por cada tipo de análisis.	36
4.1. Información de las plataformas para cada criterio de selección	45
5.1. Comparativa de estilos de aprendizaje.	48
5.2. Preferencias y estrategias sugeridas para cada estilo de aprendizaje del modelo VARK [74]	49
5.3. Caso de uso extendido “Gestionar curso”	57
5.4. Caso de uso extendido “Ver recurso”	58
5.5. Caso de uso extendido “Configurar curso”	59
5.6. Caso de uso extendido “Gestionar recurso”	60
5.7. Caso de uso extendido “Presentar test VARK”	61
5.8. Caso de uso extendido “Calificar recurso”	62
5.9. Caso de uso extendido “Gestionar habilitación de cambio de tipo de recurso”	63
5.10. Cursos para el estudio de caso 2	77
5.11. Url de acceso al LMS y studio	78
5.12. Tiempo promedio de uso de recursos	82
5.13. Estilo de aprendizaje asignado vs estilo VARK	83
5.14. Porcentajes estilo de aprendizaje asignado vs estilo VARK	83
5.15. Estilo asignado vs estilo seleccionado	85
5.16. Resultados individuales evaluaciones	87
5.17. Resultados promedio evaluaciones	88
5.18. Índice de aciertos por cada pregunta de las evaluaciones	93
5.19. Resultados estudiantes con mayor y menor rendimiento	94
B.1. Caso de uso extendido “Crear cuenta”	3
B.2. Caso de uso extendido “Iniciar sesión”	4
B.3. Caso de uso extendido “consultar cursos disponibles”	4
B.4. Caso de uso extendido “Inscribir en Curso”	5
B.5. Caso de uso extendido “Presentar evaluación”	5
B.6. Caso de uso extendido “Consultar resultados de evaluación ”	6
B.7. Caso de uso extendido “Consultar usuarios inscritos ”	6
B.8. Caso de uso extendido “Consultar libro de calificaciones”	6
B.9. Caso de uso extendido “Gestionar evaluaciones”	7
B.10. Caso de uso extendido “Extraer información”	7

Capítulo 1

Introducción

En este Capítulo, se aborda de forma general el planteamiento del problema de este trabajo de investigación, los objetivos planteados y las contribuciones o aportes al estado actual de conocimiento. Además, se describe la metodología para la elaboración de las diferentes actividades de esta investigación.

1.1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se han convertido en una necesidad para la humanidad cambiando la forma como nos comunicamos, aprendemos y nos relacionamos. El desarrollo y expansión de las TIC en todos los niveles de la sociedad también ha impactado el ámbito educativo.

La integración de las TIC con herramientas pedagógicas dieron origen a la modalidad *e-learning* (*Electronic Learning*), un sistema de formación que facilita el contacto e intercambio de información entre las personas a través de la red, permite superar las limitaciones de espacio y tiempo de la educación tradicional y fomenta el aprendizaje autónomo de los estudiantes.

Desde hace 20 años aproximadamente, comenzaron a aparecer diferentes plataformas LMS, LCMS, EVEA, etc., para la creación y gestión de cursos en la Web. Estas pueden ser software libre como: Moodle, Dokeos, Ganesha, Sakai, Claroline, etc., o comerciales como: Blackboard, FirstClass, eCollege, entre otros. Ahora bien, en el nuevo milenio, se dio origen a una nueva modalidad de educación en ambientes virtuales, los MOOC (*Massive Open Online Course*); su objetivo es que el conocimiento pueda llegar, en el inicio, a un número ilimitado de personas. Entre las plataformas MOOC más importantes en la actualidad a nivel mundial se encuentran: Coursera, EDX, Udacity y MitiadaX.

Independiente de la plataforma, en todo entorno *e-learning* se encuentra disponible una gran cantidad de datos, no solo demográficos y del perfil de los usuarios, sino de todas las interacciones de ellos con los elementos del sistema. Hasta hace unos años, no se le había dado la importancia pertinente a la información que se puede llegar a obtener a través de la recolección y análisis de los datos disponibles en entornos *e-learning*. Sin embargo, debido al crecimiento e impacto mundial de esta tendencia en la última década, se notó la carencia de la retroalimentación que debían tener los estudiantes, profesores e instituciones sobre las actividades de aprendizaje. Bajo este escenario, surge el concepto de *Learning Analytics* (*LA*), una tendencia que permite, a partir de los datos recogidos en el entorno *e-learning* y con la ayuda de herramientas de análisis, extraer información y brindarla a las diferentes partes interesadas para mejorar el proceso de aprendizaje.

1.2. Problema y motivación (Planteamiento del problema)

En la educación tradicional, los estudiantes se reúnen en un mismo espacio donde un profesor les enseña y califica. Aunque este modelo ha funcionado bien durante mucho tiempo, requiere una gran cantidad de trabajo por parte del profesor y no tiene en cuenta las posibles diferencias o necesidades individuales que pueden existir. Los entornos virtuales pueden ayudar a superar estas limitaciones.

A pesar de la resistencia cultural al *e-learning*, éste presenta varias ventajas respecto a la educación tradicional como: extensibilidad a personas en todo el mundo, administración del tiempo según la capacidad y disponibilidad de cada estudiante, disposición de los recursos del curso sin restricción (usuario puede acceder a ellos cuantas veces quiera), ritmo de aprendizaje depende de cada estudiante, etc. Probablemente el *e-learning* no sustituye la educación presencial pero puede llegar a ser un gran complemento si es utilizado de manera correcta. A pesar de que esta tendencia necesita madurar y generar mayor confianza en la sociedad, es claro que tiene ventajas, está tomando fuerza a nivel mundial y cada vez se deben generar más herramientas virtuales que permitan aprovechar los beneficios que trae la educación virtual.

No obstante lo anterior, el *e-learning* replica o agudiza algunas de las debilidades de la educación tradicional como la rigidez del proceso formativo, donde las actividades de aprendizaje no tienen en cuenta las posibles diferencias entre estudiantes y se define una ruta de aprendizaje única que todos deben seguir de manera obligatoria.

Si bien en los cursos virtuales se puede disponer de gran cantidad de información, no se están aprovechando el potencial de los datos que se mueven en las plataformas *e-learning*. Debido a esta necesidad surgió el concepto de LA que permite realizar un análisis de esos datos y utilizar los resultados para beneficio del proceso de aprendizaje.

Muchas universidades o grupos de investigación han planteado iniciativas para implementar en entornos *e-learning* los distintos tipos de análisis de LA¹. Actualmente se encuentran disponibles algunas arquitecturas y modelos que describen cómo deberían ser este tipo de sistemas, pero existen muy pocas implementaciones (en el estado del arte se describen las plataformas de las que se ha hecho algún tipo de publicación). La mayoría de plataformas desarrolladas se limitan al análisis social (uno de los tipos de análisis de LA) dejando por fuera otros aspectos que pueden ser relevantes en un proceso de aprendizaje.

Teniendo en cuenta las oportunidades, problemas y carencias detectadas anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación que pretende ser abordada mediante el desarrollo del presente trabajo de grado:

¿Cómo implementar alguno de los tipos de análisis de *Learning Analytics* para adaptar un proceso formativo en la Universidad del Cauca soportado en tecnologías de internet?

¹Los tipos de análisis de Learning Analytics son: análisis de tableros, análisis predictivo, análisis adaptativo, análisis de redes sociales y análisis de discurso; descritos en el apartado 3.2 basado en [16] y [17].

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

El objetivo principal de este trabajo es construir un prototipo que soporte la adaptación de un proceso de aprendizaje electrónico al perfil de los estudiantes aplicando técnicas de *Learning Analytics*.

1.3.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos se propone

- Seleccionar un tipo de análisis de *Learning Analytics* que contribuya a la adaptación del proceso aprendizaje del estudiante en ambientes virtuales de aprendizaje².
- Seleccionar una plataforma que permita implementar un prototipo que incorpore el tipo de análisis de *Learning Analytics* seleccionado en el objetivo 1.
- Desarrollar un caso de estudio que, mediante la implementación de un prototipo, permita la adaptación de un proceso de aprendizaje soportado en tecnologías de Internet, basado en los resultados de los objetivos específicos 1 y 2.

1.4. Actividades y Metodología

El estudio del estado actual de conocimiento se realizó mediante el enfoque de vigilancia tecnológica, un proceso organizado y permanente que permite establecer una visión global de la temática; se define como “la búsqueda, detección, análisis y comunicación de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre amenazas y oportunidades externas en el ámbito de la ciencia y tecnología” [2]. Las actividades realizadas para este fin fueron:

- Definición de los objetivos del estudio
- Identificación de las fuentes de información
- Selección de palabras clave
- Búsqueda y selección de documentos.
- Análisis de datos
- Comunicación de resultados

Para el desarrollo del objetivo 1 y 2, se realizaron las siguientes actividades:

- Exploración de la información de los elementos de LA
- Análisis de información de los elementos de LA
- Selección del elemento de LA para la implementación
- Exploración de la información de las plataformas
- Análisis de la información de las plataformas
- Selección de la plataforma para la implementación

²Articulado a la propuesta de Doctorado en Ingeniería Telemática del Mag. Mario Solarte

En la sección 2.3 se presenta un desarrollo completo acerca del concepto de Learning Analytics.

Para llevar a cabo la implementación del prototipo funcional dentro de los términos de tiempo esperados se utilizaron las disciplinas técnicas de la metodología AUP (*Agile Unified Process*).

1.5. Contribuciones

A continuación se presentan las contribuciones del presente trabajo de grado:

- Estudio de los tipos de análisis de *Learning Analytics*
- Definición de un tipo de análisis que contribuya a la adaptación de un proceso de aprendizaje soportado en tecnologías de Internet.
- Estudio de las plataformas propuestas para la implementación de LA, que soporte el tipo de análisis identificado para la adaptación de procesos de *e-learning* y/o *b-learning*
- Implementación de un prototipo para verificar la intervención de LA para la adaptación al perfil del estudiante de actividades de un proceso de aprendizaje en línea.

1.6. Estructura del documento

A continuación se describen los capítulos que conforman este documento:

- **Capítulo 1.** Da una introducción sobre el contexto general del trabajo de grado. Presenta la introducción, el planteamiento del problema, los objetivos, el escenario de experimentación, las actividades, metodología y conclusiones.
- **Capítulo 2.** Compendia la información del “Estado del arte”. Presenta los conceptos fundamentales, los resultados del enfoque de vigilancia tecnológica y se hace una recopilación de los trabajos de investigación más representativos sobre el tema
- **Capítulo 3.** Presenta el estudio de LA, los criterios utilizados para la selección del tipo de análisis y la justificación de tal elección.
- **Capítulo 4.** Presenta el estudio de las Plataformas y la justificación de la selección de la Plataforma para la implementación del prototipo.
- **Capítulo 5.** Presenta y describe la construcción del prototipo y los estudios de casos: el primero llevado a cabo en la Universidad del Cauca, donde fue probada (por primera vez) la aplicación desarrollada, y el segundo desplegado fuera de la universidad como un curso abierto.
- **Capítulo 6.** Presenta las conclusiones, trabajos futuros y aportes producto del desarrollo del trabajo de grado.

Capítulo 2

Estado del Arte

Este capítulo describe de forma detallada los conceptos relacionados con el desarrollo del presente trabajo de grado. También presenta brevemente las investigaciones más recientes desarrolladas para dar una visión general del tratamiento que se le ha dado a la temática de este trabajo de grado; esto fue clave para determinar el estado actual de conocimiento sobre LA. Se utilizó el enfoque de vigilancia tecnológica y la herramienta software *Matheo Analyzer* para apoyar el análisis de la información.

2.1. Límites del estudio

Para la elaboración del estado del arte, se tienen en cuenta los documentos publicados en los últimos 10 años. La fecha de finalización de la investigación fue el 31 de diciembre de 2014.

Por otro lado, para este estudio se tienen en cuenta artículos a nivel nacional e internacional (no se pusieron restricciones de espacio ni idioma).

2.2. Conceptos Fundamentales

En el presente apartado, se desarrolla una breve mención de los conceptos fundamentales para el desarrollo de este trabajo de grado.

2.2.1. E-learning

El término “*e-learning*” es la simplificación de Electronic Learning. En [3], se define *e-learning* como: “Proceso de enseñanza-aprendizaje que se lleva a cabo a través de Internet, caracterizado por una separación física del profesorado y estudiantes, pero con el predominio de una comunicación tanto síncrona como asíncrona, a través de la cual se lleva a cabo una interacción didáctica continuada. Además, el estudiante pasa a ser el centro de formación, al tener que auto gestionar su aprendizaje, con ayuda de tutores y compañeros”.

Actualmente, el *e-learning* ha sido aceptado y adoptado por muchas organizaciones relacionadas con la enseñanza y esto ha llevado al desarrollo de herramientas que permiten la gestión de los recursos académicos como: Sistema de Gestión de Aprendizaje, Sistema de Gestión de Contenidos Educativos, Ambientes Virtuales de Enseñanza, etc.

2.2.2. B-learning

Blended Learning se refiere a una modalidad semi-presencial de estudios en el que tecnologías de uso presencial y no presencial se combinan para optimizar el proceso de aprendizaje. El formador asume un rol tradicional pero utiliza todas las posibilidades que le ofrece la plataforma de servicio web en la que está alojado el entorno educativo [4].

2.2.3. Web 2.0

La Web 2.0 es una tendencia, no una plataforma o tecnología, por lo tanto no se encuentra una definición consensuada del término como tal. Se le atribuyen diferentes definiciones entre las que se pueden encontrar: “Fenómeno social en relación con la creación y distribución de contenidos en Internet, caracterizado por la comunicación abierta, la descentralización de autoridad, la libertad de compartir y usar, dentro de un enfoque que trata a las relaciones humanas como conversaciones” [5].

En otras palabras, es un conjunto de sitios y servicios web que facilitan el intercambio de información, la interoperabilidad y la colaboración en la *world wide web*. Permite a los usuarios crear contenidos en conjunto en contraste con lo sitios web donde los usuarios solo eran consumidores de información.

2.2.4. E-learning 2.0

El *e-learning* 2.0 se define comúnmente como: “Uso de las herramientas y servicios de la web 2.0 en los procesos educativos”.

Se pasa de modelos en donde el profesor sólo transmite la información, a modelos donde éste diseña situaciones de aprendizaje y donde “los alumnos adquieren el control y responsabilidad sobre su propia acción formativa” [6] y participan activamente en el intercambio y construcción de información. Se trata de crear nuevo escenarios formativos que permiten al estudiante tener un rol más activo en su propio proceso de formación virtual. Algunas herramientas de la web 2.0 utilizadas en *e-learning* 2.0 son: blogs, wikis, microblogging, redes sociales, etc.

2.2.5. MOOC

MOOC son una nueva modalidad de cursos a distancia, accesibles a través de internet y que admite, en principio, a una cantidad ilimitada de participantes. La mayoría de MOOCs tienen una estructura similar a los cursos en línea tradicionales de educación superior, donde los estudiantes ven conferencias, leen el material asignado, participan en discusiones en línea y foros y desarrollan cuestionarios o pruebas durante el curso [7]. Se considera la evolución de la educación abierta en internet brindando la posibilidad a miles de personas en todo el mundo el acceso a diferentes iniciativas educativas [8]. El curso que es considerado el primer MOOC fue creado en 2008 por George Siemens y Stephen Downes llamado “*Connectivism and Connective Knowledge (CCK08)*”. Con el auge de este tipo de cursos, han aparecido diferentes iniciativas que se han convertido en un gran éxito como: Udacity, Coursera, EDX y Miriada X.

2.2.6. Learning Analytics

Learning Analytics (LA), es una de las macro tendencias de la actualidad y una de las grandes innovaciones del mundo educativo global. Se trata del análisis de los *big data* (*gran cantidad de datos generados por los estudiantes en su proceso de formación y aprendizaje*) que permite predecir tendencias

y patrones en el comportamiento de los estudiantes y personalizar los entornos de aprendizaje en función de las necesidades de cada individuo [9]. George Siemens y otros autores, lo definen como “*la medición, recolección, análisis y presentación de datos sobre los aprendices y sus contextos, para propósitos de entendimiento y optimización del aprendizaje y el entorno en el que se produce*” [10].

Los datos usados para LA, son obtenidos de los perfiles de los usuarios y de la interacción de los estudiantes con el sistema y puede realizarse diferentes tipos de análisis para obtener información que permita a los educadores tener información real de personas concretas, grupos de usuarios con similares características o clases enteras, facilitando la gestión del aprendizaje. En el capítulo 3, se presentará mayor información sobre este concepto.

2.3. Vigilancia tecnológica

En esta sección se presenta la construcción del estado del arte mediante el enfoque de vigilancia tecnológica que permite tener una visión global del tema de interés y sirve de base para trabajos de investigación relacionados con la aplicación de *Learning Analytics* en entornos de aprendizaje soportados en tecnologías de internet.

La vigilancia tecnológica es un proceso organizado, permanente y selectivo que puede definirse como “la búsqueda, detección, análisis y comunicación de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre amenazas y oportunidades externas en el ámbito de la ciencia y tecnología” Ashton [15]. Este enfoque sigue las siguientes fases para su construcción: Planeación, Búsqueda, Análisis y Comunicación. (Figura 2.1).



Figura 2.1: Fases de la vigilancia tecnológica

2.3.1. Planeación

En esta fase se determinan los requisitos de investigación y el enfoque de la vigilancia tecnológica sobre el tema de interés. Esta fase incluye: la definición de los objetivos del estudio, la identificación de las fuentes de información y selección de las palabras clave que se utilizan en el proceso de búsqueda de información.

2.3.1.1. Objetivo general del estudio

Construir una visión general del estado actual de conocimiento en el área de *Learning Analytics* aplicado a la educación soportada en tecnologías de internet.

2.3.1.2. Objetivos específicos del estudio

Los objetivos específicos de la vigilancia tecnológica en este estudio son:

- Identificar los autores más relevantes.
- Identificar los países con mayor contribución.
- Identificar las instituciones que están trabajando sobre esta temática.
- Identificar el grado de actualidad de las investigaciones.
- Identificar los lenguajes más utilizados.
- Identificar los focos de investigación más relevantes.
- Estudiar la colaboración autoral.

2.3.1.3. Identificación de fuentes de información

A continuación se presentan las fuentes de información utilizadas para realizar la búsqueda de información relevante, relacionada con la presente investigación:

- ACM Digital Library
- Science Direct
- IEEE Xplore Digital Library
- Google Académico

2.3.1.4. Selección de palabras clave

Para desarrollar la búsqueda de información relevante con la presente investigación, se definió un grupo de palabras clave partiendo desde el término “Learning Analytics” y refinando la búsqueda con términos más específicos. Las palabras clave seleccionadas son las siguientes:

- Learning AND Analytics
- Learning AND Analytics AND Interventions
- Learning AND Analytics AND Elements
- Learning AND Analytics AND types of analysis
- Learning AND Indicators
- Learning AND Indicators AND Analytics
- Learning AND Analytics AND Architecture
- Learning AND Analytics AND Model
- Learning AND Analytics AND Prototype
- Dashboard AND Analytics

- Predictive AND Analytics
- Adaptive AND Analytics
- Social AND Network AND Analytics
- Discourse AND Analytics

2.3.2. Búsqueda y Captación

En esta fase se realiza la búsqueda en las fuentes de información mencionadas, mediante las palabras clave elegidas. Una primera selección es realizada de acuerdo al título del documento donde se encontró un total de 758 artículos. Posteriormente, se determinan los trabajos relevantes mediante la revisión del *abstract*, teniendo en cuenta los artículos que cumplan con alguno(s) de los siguientes criterios: hacer una revisión del concepto y estado del arte de *Learning Analytics*, plantear una arquitectura o propuesta para la aplicación de *Learning Analytics* en plataformas *e-learning*, describir un estudio de caso o implementación realizada sobre el tema; estos constituyen la base para el análisis de la siguiente fase. De esta segunda selección resultaron 124 documentos. En la Figura 2.2 , se muestra el número de artículos según la fuente de información:

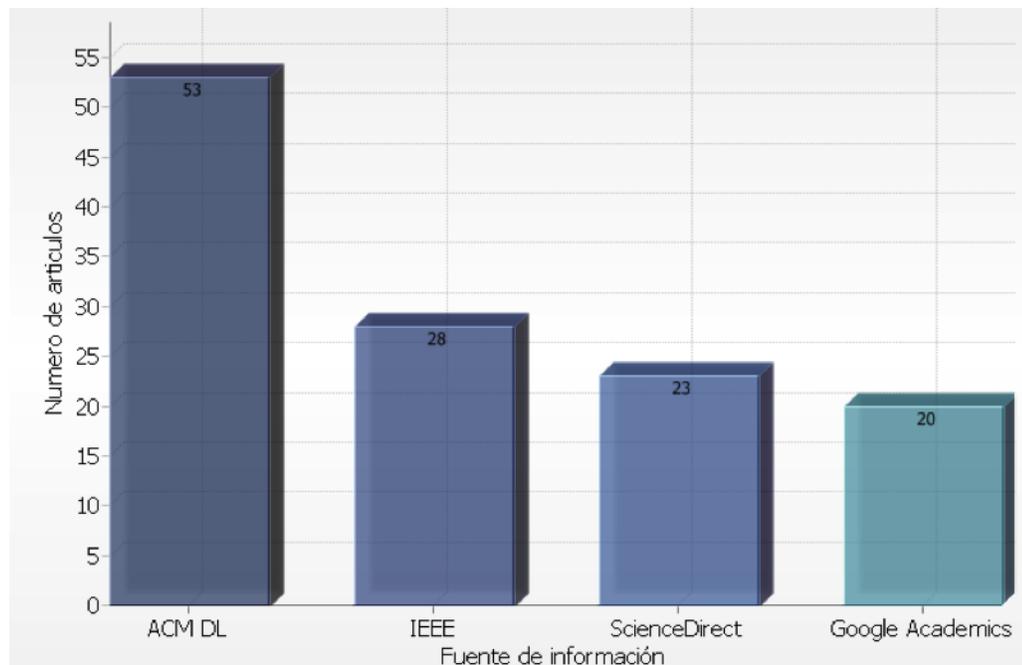


Figura 2.2: Número de artículos por fuente de información (Fuente: *Matheo Analyzer*)

De los 124 documentos, 53 artículos provienen de ACM DL, 28 de IEEE Xplore DL, 20 de Google Académico y 23 de Science Direct. La fuente de información que aportó mayor cantidad de artículos a esta investigación fue ACM DL.

2.3.3. Análisis

En esta fase se realiza un análisis de la información obtenida haciendo uso de la herramienta de software *Matheo Analyzer*. Este es un software flexible y fácil de usar que permite explorar eficientemente grandes

volúmenes de datos y convertirlos en información estratégica. Normalmente es usado por expertos y analistas de patentes y documentos científicos, para generar mapas sobre los principales actores y tecnologías, detectar tendencias y monitorizar el escenario científico, estratégico, comercial y competitivo.

La información relevante obtenida de las fuentes de información se incorporó en un archivo CSV. Haciendo uso de la herramienta *Matheo Analyzer*, se generaron diferentes representaciones gráficas que permitieron realizar un análisis de acuerdo a los objetivos propuestos; los resultados se muestran a continuación:

2.3.3.1. Dinámica en producción de artículos científicos

En la Figura 2.3 se muestra la producción de artículos por año. Esta figura permite identificar que los años 2012, 2013 y 2014 son los más importantes en cuanto a publicaciones realizadas, notándose un incremento significativo respecto a los años anteriores. La actividad de publicación es consistentemente creciente a lo largo del periodo de análisis lo cual indica un creciente interés hacia este campo y evidencia la pertinencia del proyecto de investigación. Esto también confirma lo anunciado en el Informe Horizon 2014 que considera a Learning Analytics como una de las tendencias principales para los próximos años [2].

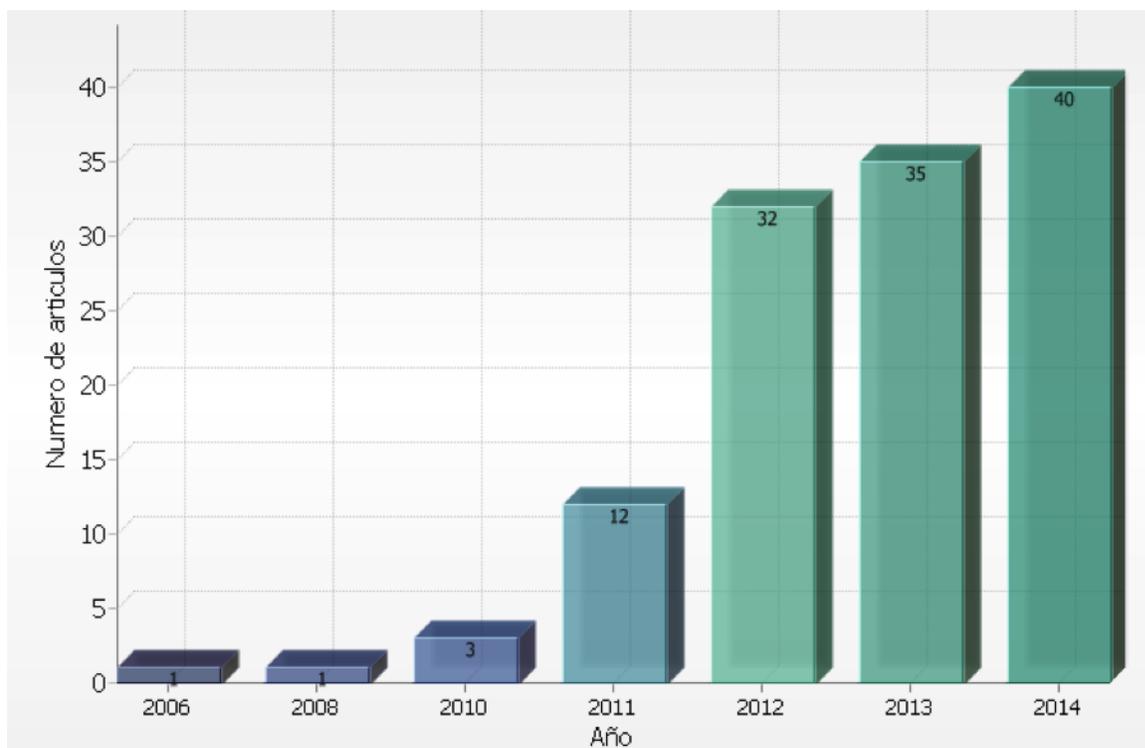


Figura 2.3: Dinámica de publicación por año (Fuente: *Matheo Analyzer*)

2.3.3.2. Países Representativos

En las Figura 2.4 y Figura 2.5 se presentan el número de artículos relacionados con la aplicación de Learning Analytics en entornos de aprendizaje soportados en tecnologías de internet por país (se omiten los países con menos de tres publicaciones). En este caso, los países más representativos son España y Estados Unidos, seguidos por Canadá, Reino Unido y Grecia. Los numero elevados de artículos de Estados Unidos

y España, demuestra los esfuerzos de estos países en la mejora de los procesos de aprendizaje.

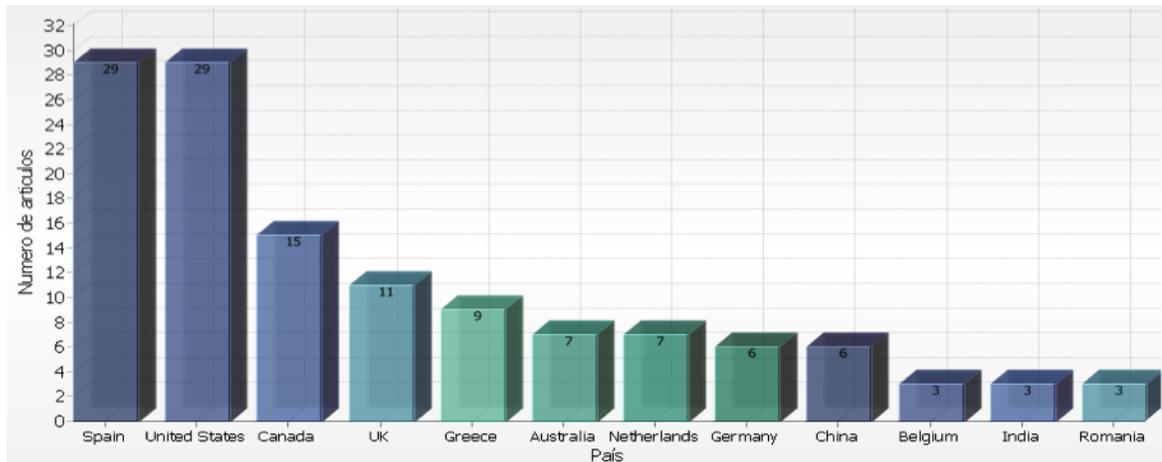


Figura 2.4: Países representativos (Fuente: *Matheo Analyzer*)

Es importante destacar que entre estos 12 primeros puestos, además del liderazgo de España y Estados Unidos, aparecen seis países Europeos, dos asiáticos y un país de Oceanía. En el mapa (Figura 2.5) se puede observar que únicamente Ecuador tiene publicaciones sobre el tema (solo tiene una publicación) y que el continente africano, no tiene publicación alguna sobre el tema.

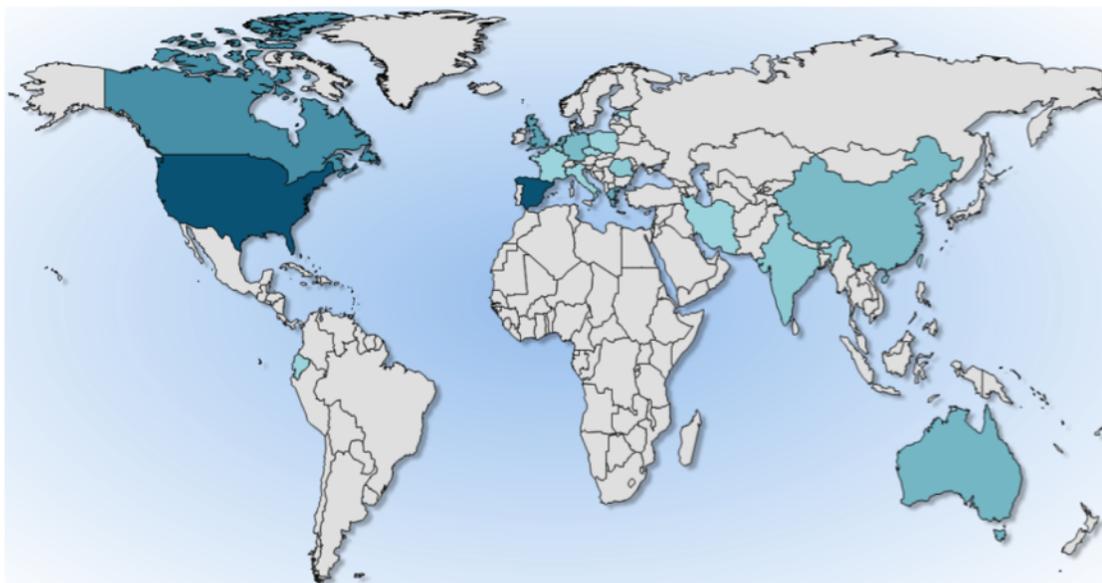


Figura 2.5: Países representativos (mapa). (Fuente: software *Matheo Analyzer*)

En la Figura 2.6 se observa la producción de artículos por país según el año (se excluyen los países que tienen una sola publicación); cabe notar que España y Estados Unidos son los mayores productores de artículos científicos. Se evidencia un interés creciente en el área *Learning Analytics* por parte de España, país con mayor número de publicaciones en 2014.

	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014
United States		1	2	4	6	9	7
Spain	1				7	8	13
Canada			2	2	5	3	3
UK				3	6	1	1
Greece				1	1	4	3
Australia					1	2	4
Netherlands					3	2	2
Germany					3	3	
China				1			5
Romania				1		1	1
Belgium				2	1		
India						2	1

Figura 2.6: Número de artículos por autor según el año de publicación. (Fuente: software *Matheo Analyzer*)

2.3.3.3. Instituciones Representativas

En la Figura 2.7, muestra las instituciones con mayor contribución sobre el tema de interés (se omiten las Instituciones con menos de tres contribuciones). Se destaca una Universidad Canadiense (Athabasca University) y cuatro Universidades Europeas (The Open University UK, Universidad Carlos III de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid y Open University Netherland). Aunque Estados Unidos es uno de los países con mayor número de publicaciones, solo tres universidades de este país aparecen en esta lista con tres publicaciones cada una.

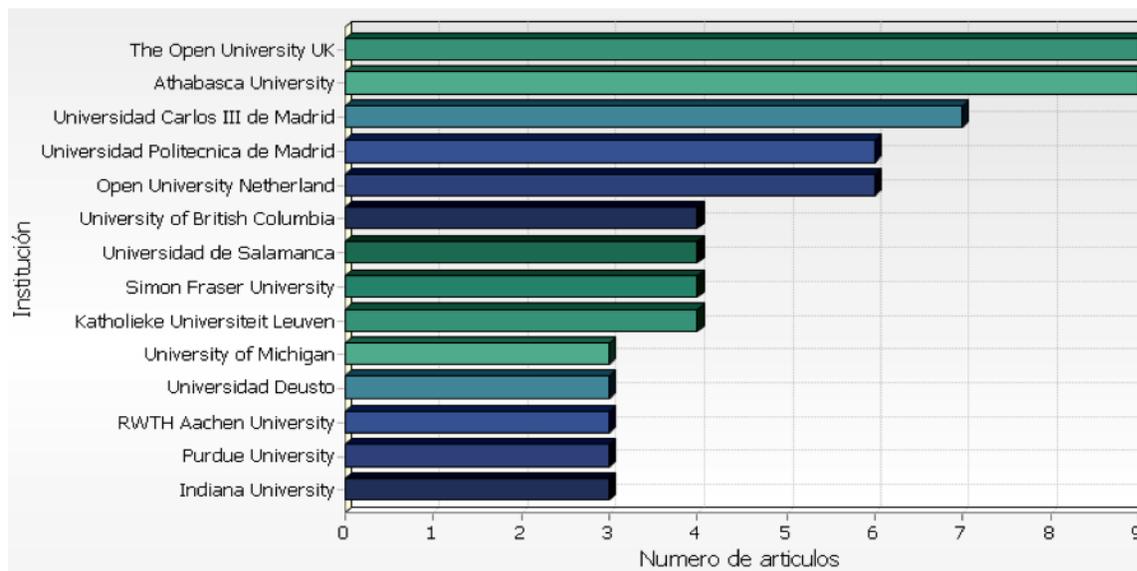


Figura 2.7: Instituciones Representativas. (Fuente: software *Matheo Analyzer*)

Las primeras 14 instituciones (Figura 2.7) representan el 68 artículos 54.83 % del total de la actividad de publicaciones, mientras que las restantes 99 instituciones representan el 45.16 % del total. La actividad de producción de conocimiento muestra una amplia dispersión pues acumula un total de 113 Instituciones.

2.3.3.4. Autores

En la Figura 2.8, se muestran los autores con mayor número de artículos científicos (en la figura se omiten los autores con menos de tres publicaciones). Se puede observar que S. Buckingham y D. Gasevic son los autores que han escrito mayor cantidad de artículos relacionados sobre el tema con siete artículos cada uno, seguido por F. García Peñalvo y C. Delgado Kloos con seis artículos cada uno, Rebecca Ferguson con cinco publicaciones, siete autores con cuatro publicaciones, cinco autores con tres publicaciones, 27 autores con dos publicaciones y 278 autores que publicaron solamente un artículo. En total, se encontraron 322 autores que tienen por lo menos una publicación en esta área, lo que indica un claro interés en la misma.

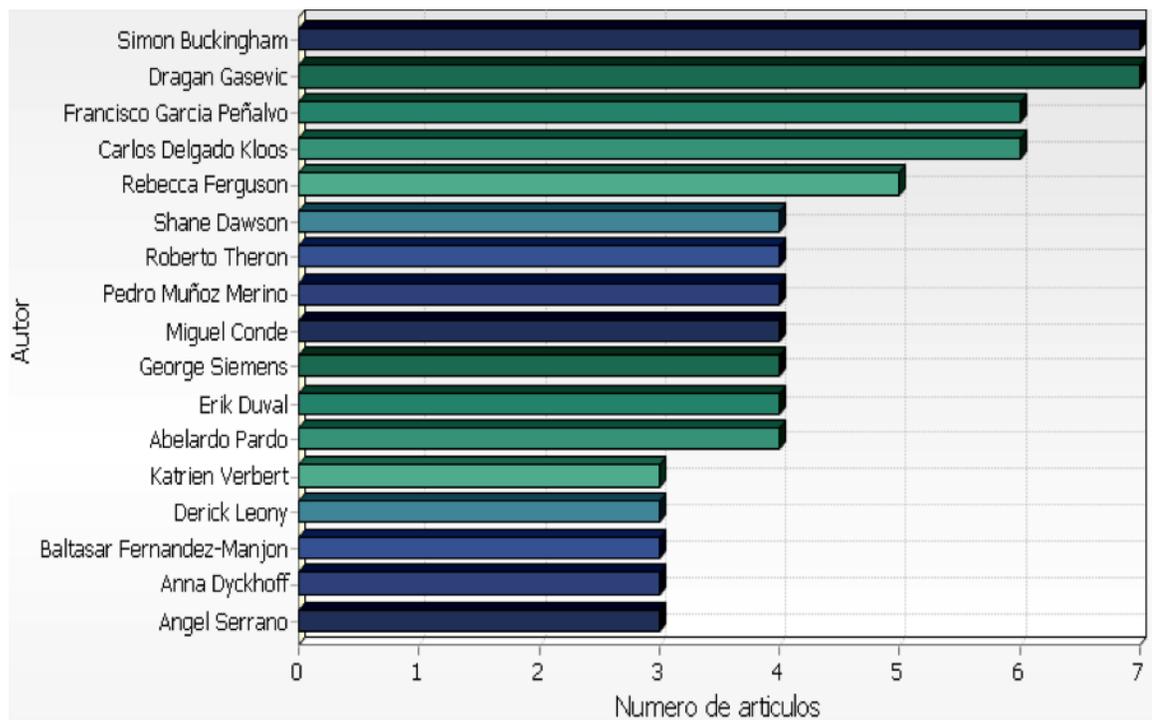


Figura 2.8: Autores más representativos. (Fuente: software *Matheo Analyzer*)

En la Figura 2.9, se observa la matriz que muestra el número de artículos por autor según el año de publicación.

2.3.3.5. Palabras Clave

Para los focos de investigación se tuvieron en cuenta las *keywords* de cada artículo. En la Figura 2.10, se presentan las *Keywords* más utilizadas en los artículos científicos (de la gráfica se excluyen las palabras clave utilizadas menos de tres veces).

La *keyword* “*Learning Analytics*” fue el foco de la búsqueda realizada en las fuentes de información, motivo por el cual es la más utilizada por los artículos. Cabe resaltar que dentro las *keywords* relevantes se encuentran áreas de investigación relacionadas con *Learning Analytics* como: *Educational Data Mining*, *Academic Analytics* y *Visual Analytics*.

	2006	2008	2010	2011	2012	2013	2014
Dragan Gasevic				1	3	1	2
Simon Buckingham				3	3	1	
Carlos Delgado Kloos					2	2	2
Francisco Garcia Peñalvo					1		5
Rebecca Ferguson				2	2	1	
Miguel Conde						1	3
Pedro Muñoz Merino						2	2
Erik Duval				2	1		1
Shane Dawson				1	1		2
George Siemens				1	2		1
Abelardo Pardo					2	1	1
Roberto Theron					1		3
Anna Dyckhoff					2	1	
Derick Leony					2	1	
Katrien Verbert				1	1	1	
Baltasar Fernandez-Manjon					1	1	1

Figura 2.9: Número de artículos por autor según el año

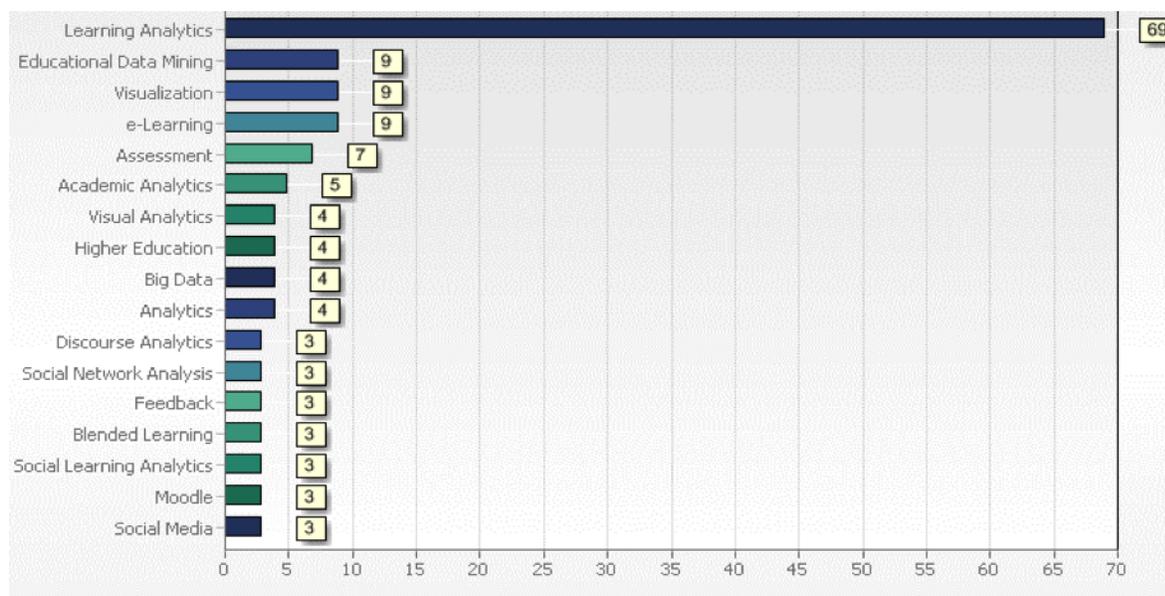


Figura 2.10: Palabras Clave más utilizadas

2.3.3.6. Idiomas de publicación

En la Figura 2.11 y Figura 2.12 se presenta la distribución de lenguaje utilizada por los artículos científicos que hacen parte de este análisis. Los resultados muestran la predominancia del idioma Inglés (color azul) con un 95.16 % (101 artículos) comparado con un 4.84 % (6 artículos) de los artículos escritos en Español (color naranja).

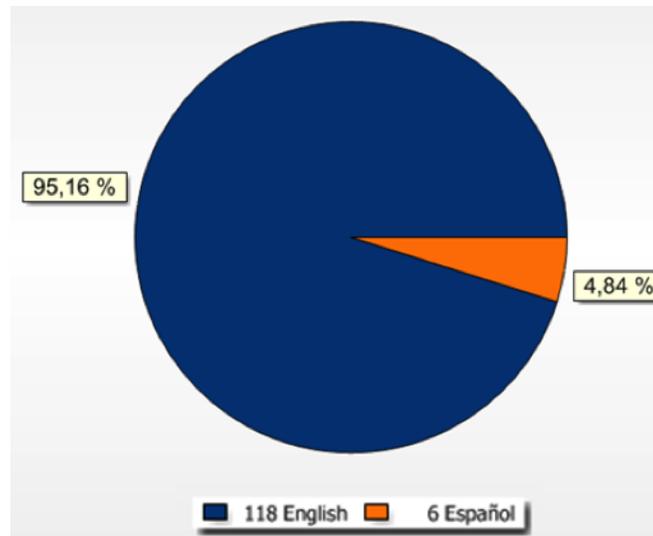


Figura 2.11: Idiomas de publicación (porcentaje)

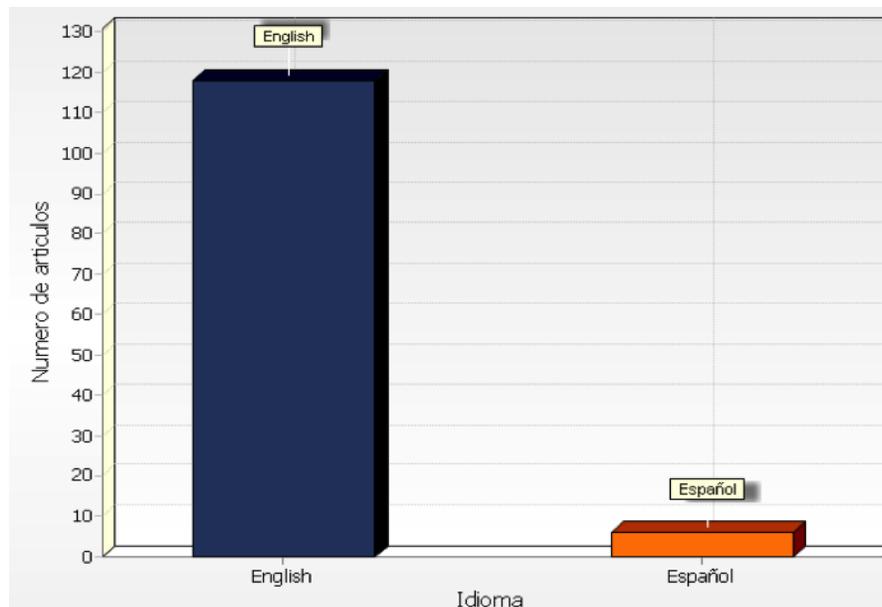


Figura 2.12: Idiomas de publicación (valor)

2.3.3.7. Artículos más citados

En la Figura 2.13, se observan los artículos más citados entre los documentos que hacen parte de este análisis. El artículo más citado es “*Design and implementation of a Learning Analytics Toolkit for teachers*”



Figura 2.13: Artículos más citados

2.3.3.8. Tipo de Publicación (artículo o memorias)

Los artículos que hacen parte de esta investigación provienen de memorias de eventos o artículos de revistas.

En la Figura 2.14, se muestran las publicaciones de los eventos y revistas de mayor contribución en el tema de interés. De los 124 artículos, el 64.49 % provienen de memorias de eventos internacionales entre los que se destacan: LAK, ICALT, TEEM, CISTI y EDUCON. Por otro lado, el 35.51 % son artículos de revistas especializadas y entre las de mayor contribución (tres o más artículos) se encuentran: *Computers in Human Behavior, Educational Technology & Society y Procedia – Social and Behavioral Sciences*.

2.3.3.9. Red de autores

El análisis de redes de coautoría se muestra en el anexo C. El análisis de las redes de coautoría revela las estructuras de contribución de una comunidad científica dejando ver la colaboración de los autores en términos de coautoría de artículos (las relaciones de coautoría son las que representan si en el pasado un autor ha escrito un artículo con otro autor). Los datos de la publicación de un investigador a menudo reflejan sus intereses de investigación y sus relaciones sociales [2].

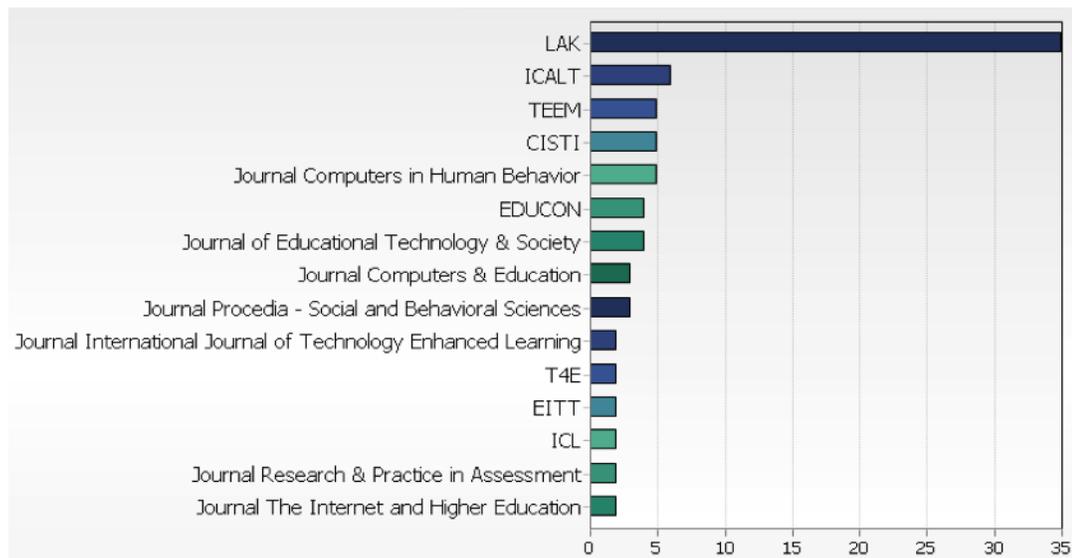


Figura 2.14: Tipo de Publicación

2.3.4. Comunicación

El objetivo de esta fase es compartir los resultados obtenidos en el proceso de vigilancia tecnológica. Como el proceso de vigilancia tecnológica es sistemático y permanente la comunicación final se tendrá con este documento finalizado y la publicación de un artículo.

2.4. Trabajos Relacionados

A continuación se presenta el conjunto de trabajos destacados que se relacionan con el área de *Learning Analytics* y su aplicación en entornos virtuales organizados por su núcleo temático:

2.4.1. Arquitecturas o iniciativas para Learning Analytics

Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform (2011) [17]

SoLAR (*Society for Learning Analytics Research*) propone una serie de parámetros para diseñar, implementar y evaluar una plataforma abierta para estudiantes, educadores e investigadores, que integre diferentes técnicas de LA y que permitan conocer el proceso de enseñanza y aprendizaje. La arquitectura propuesta apoya cuatro escenarios diferentes, uno en cada perfil (estudiantes, educadores, administradores e investigadores o analistas de datos). Cada escenario permite, según el tipo de usuario, visualizar un conjunto de datos sobre los cuales se hace el análisis. Por ejemplo: en el caso de un estudiante, su escenario proporciona estadísticas básicas sobre su participación, tareas realizadas, relaciones con otros miembros del grupo, progreso, etc. En el caso del educador podría visualizar qué estudiantes no han tenido un buen rendimiento y están en riesgo de fracasar en el curso.

Towards the development of a Learning Analytics Extension in Open EDX (2014) [18]

Este artículo describe algunos aspectos técnicos de la plataforma Open EDX, analiza el soporte que de *Learning Analytics* dado por la plataforma y resume algunas iniciativas que se están generando a nivel mundial para la aplicación de *Learning Analytics* en EDX. Por otro lado, presenta una propuesta realizada en la Universidad Carlos III de Madrid sobre una extensión de *Learning Analytics* presentando los primeros pasos para su implementación y explicando brevemente las dificultades encontradas, las soluciones y diferentes elementos que intervienen.

E²Coach – Coaching Student with Computer Tailored Communication (2013) [19]

En la Universidad de Michigan se está desarrollando el sistema E²Coach [19] (*Expert Electronic Coaching*) que será utilizado por esta misma universidad, para ayudar a los estudiantes de Física a mejorar su rendimiento en cursos introductorios, proporcionando herramientas útiles adaptadas a las necesidades de cada estudiante. Es una aplicación web, basada en el software de código abierto MTS (*Michigan Tailoring System*), que provee realimentación a cada estudiante según sus fortalezas, debilidades, rendimiento, motivaciones y metas, a través del envío de mensajes en los eventos más importantes como el inicio de una clase o después de un examen (versiones futuras podrían incluir mensajes sobre eventos de menor relevancia) con un contenido adaptado (aliento, felicitación, advertencia, etc.). También pone a disposición del estudiante datos y gráficos que sustentan el contenido del mensaje. En [20], se describe brevemente su diseño, alguna implementación y se mencionan algunos de los resultados obtenidos.

An architecture for extending the learning analytics support in the Khan Academy framework (2013) [21]

José Ruipérez, Pedro Muños Merino y Carlos Delgado Kloos realizaron una investigación sobre la plataforma Khan Academy y su módulo de *Learning Analytics*. Describe la arquitectura para el procesamiento de datos que permite mostrar las visualizaciones y recomendaciones de aprendizaje y explica brevemente los elementos que se ven involucrados en ésta. También, explican ejemplos iniciales de las visualizaciones y recomendaciones para profesores y estudiantes y se da una muestra de lo que será la extensión del módulo de *Learning Analytics* para la plataforma Khan Academy.

Integrating Open Services for Building Educational Environments (2013) [22]

De acuerdo con la Universidad Autónoma de Madrid, teniendo en cuenta los desafíos encontrados en los MOOCs, principalmente la escalabilidad, se describen algunas alternativas para construir entornos de aprendizaje integrando diferentes servicios y contenidos multimedia y se presentan dos aplicaciones particulares: una utilizando los servicios ofrecidos por Facebook y Youtube, y otra utilizando los servicios de Google. En los dos casos se discute el uso de diferentes elementos de LA para mejorar la experiencia de aprendizaje. Posteriormente, se analizan los beneficios de cada enfoque. También se describen algunos servicios estudiados que pueden ser empleados para la construcción de entornos de aprendizaje. [22]

Towards a learning Analytics platform for supporting the educational process (2014) [23]

Este artículo presenta, de manera general, la arquitectura de una plataforma de LA de código abierto que permite recolectar los datos de diferentes fuentes como: plataformas y entornos *e-learning*, sistemas

de información de registros, sistemas de exalumnos, etc., para proporcionar a todas las partes interesadas (estudiantes, instructores, administrativos y gobernadores) información útil que permita tomar decisiones sobre el proceso de aprendizaje. Contiene un resumen del concepto de *Learning Analytics*, los trabajos relacionados realizados hasta el momento y describe la arquitectura modular que permite agregar nuevas funciones posteriormente.

2.4.2. Fundamentación de Learning Analytics

Analítica de aprendizaje y personalización (2013) [24]

Miguel Zapata Ros plantea una revisión del análisis de datos masivos en la educación superior y destaca que aunque existen entornos sociales y LMS que incorporan software que hace este tipo de análisis, sólo permite obtener datos y gráficas que relacionan el rendimiento individual con el grupal tomando como referencia únicamente a datos obtenidos de evaluaciones convencionales. También, se habla de una nueva perspectiva en el *Learning Analytics* virtual: la analítica masiva de datos personalizados, donde con algoritmos utilizados en otros medios, adecuadamente orientados por las teorías del aprendizaje personalizado, por técnicas pedagógicas y de diseño instruccional, es posible, junto con los avances en minería de datos, obtener información para ajustar mejor la intervención educativa, para mejorar el rendimiento de los estudiantes, a más de su satisfacción y del programa educativo [24].

Learning Analytics: Driver, developments and challenges (2012) [25]

Rebecca Ferguson realiza un examen de los factores tecnológicos, educativos y políticos que han llevado a avanzar en temas de LA; concentrándose en las relaciones existentes entre LA, minería de datos educativos y análisis académico, para finalmente examinar las áreas de desarrollo e investigación en LA e identificar los desafíos futuros en este campo [25].

A reference Model for Learning Analytics (2012) [26]

Este artículo aborda el concepto de *Learning Analytics*, se resumen las publicaciones relevantes sobre este tema y los conceptos que se relacionan con este término como: *Academic Analytics*, *Action Research*, *Educational Data Mining*, entre otros. Se presenta el proceso o ciclo de *Learning Analytics* describiendo los 3 pasos principales según los autores: Recogida de datos y tratamiento, Análisis y acción, y post-procesamiento. Por último, se describe un modelo de referencia para *Learning Analytics* basado en 4 dimensiones e identifica los retos, oportunidades de investigación en esta área con relación a cada dimensión; las dimensiones propuestas por los autores son: Datos y entorno (qué), *Stakeholders* (quién), Objetivo (por qué) y Métodos (cómo).

Bases Pedagógicas del e-learning (2006) [27]

Julio Cabero señala la importancia de algunos de los aspectos en un proceso de *e-learning*, tales como el control y significación de una serie de variables (presentación de contenidos, papel del profesor y de los estudiantes, herramientas de comunicación sincrónicas y asincrónicas que se utilicen y su forma de concreción en el acto didáctico, estrategias didácticas a utilizar, atención a los aspectos organizativos, etc.) que utilizan la web como medio y recurso para la realización de actividades formativas, independientemente de que también pueda utilizarse otro tipo de instrumentos como el video, audio conferencia, la multimedia, etc. Se establecen unas variables de importancia crítica en un entorno de *e-learning*, tales como: contenidos,

papel del profesor, papel del estudiante, e-actividades, aspectos organizativos, modelos de evaluación, herramientas de comunicación, estrategias didácticas, comunidad virtual. [27]

Numbers Are Not Enough. Why e-Learning Analytics Failed to Inform an Institutional Strategic Plan (2012) [28]

Leah P. Macfadyen y Shane Dawson, presentan información del estado actual del análisis realizado y comentan los resultados obtenidos en tema de efectividad en la integración del LMS en el servicio de enseñanza y aprendizaje en sus instituciones educativas. También hacen énfasis en la necesidad de enfocar los procesos de LA no sólo de forma técnica sino también social, a fin de promover la adopción de estos mecanismos por parte de las instituciones y facilitar la acogida cultural; también se explica cómo las sociedades tienen una tendencia a rechazar los cambios e innovaciones, por lo que se requiere dar especial atención a estos asuntos para introducir nuevos conceptos, tales como puede ser LA. [28]

Attention Please! Learning Analytics for Visualization and Recommendation [29]

El objetivo principal de este documento es recalcar la importancia de las técnicas de visualización y recomendación para plataformas que apliquen el concepto de *Learning Analytics*. Los autores hacen una revisión de los antecedentes y evolución de *Learning Analytics*, presentan las razones de inspiración para su propuesta de aplicación de este concepto haciendo uso de las redes sociales y dan a conocer las metas propuestas. En la sección. Menciona los requisitos que necesita un modelo para la infraestructura técnica para LA y finalmente, brinda diferentes ejemplos de: tableros de aprendizaje, destacando su utilidad para que estudiantes y maestros puedan tener una visión útil de sus actividades, y recomendaciones de aprendizaje.

2.4.3. Aplicaciones de Learning Analytics

A qualitative evaluation of evolution of a learning analytics tool (2012) [31]

Se realiza una revisión a la herramienta LOCO-Analyst, desarrollada para proveer información sobre las actividades y rendimiento de los estudiantes. Se presentan las 2 versiones de las herramientas: la primera permitió la visualización de datos, la interfaz de usuario y algún tipo de retroalimentación; la segunda versión fue una mejora de la anterior y permitió observar cómo las modificaciones a la herramienta afectó el valor percibido por los usuarios del sistema. Para finalizar se presentan las conclusiones y lo que se debe considerar para trabajos futuros.

Applying Learning Analytics in an Open Personal Environment (2012) [32] [33]

En este artículo los autores proponen un modelo para la aplicación de *Learning Analytics* para obtener los datos provenientes de las actividades de los estudiantes y del uso de las plataformas de aprendizaje por parte de los mismos. En un inicio se realiza una revisión de la literatura sobre *Learning Analytics* que permite capturar los datos tomados mediante las herramientas *e-learning* que intervienen en un proceso formativo para su posterior análisis y estudio con el fin de mejorar dicha formación. Posteriormente se presenta la metodología aplicada entre 2011 y 2012 en el entorno educativo abierto HOU2LEARN (de *Hellenic Open University*), donde se aplicó el análisis de Redes Sociales (uno de los elementos o tipos de análisis de LA) y donde la información es presentada con un conjunto de indicadores. Este proyecto no tiene en cuenta el seguimiento de actividades. Actualmente, el proyecto se encuentra en desarrollo y los resultados de la investigación se siguen discutiendo.

Google Analytics for Time Behavior Measurement in Moodle (2014) [34]

Los autores destacan el cambio que está tomando la educación tradicional hacia el *e-learning* y presentan la necesidad de nuevas herramientas que permitan hacer un seguimiento del rendimiento y comportamiento de los estudiantes en este tipo de entornos. El centro del artículo, es la presentación y discusión de una propuesta para el análisis técnico y estadístico de los datos producidos por los estudiantes al realizar actividades en la plataforma Moodle y considerando la posibilidad de que el enfoque pueda ser aplicado a otros entornos virtuales en trabajos futuros.

Design and Implementation of a Learning Analytics Toolkit for Teachers (2012) [35]

En este artículo se presenta ELAT, un kit de herramientas de *Learning Analytics*, desarrollado exclusivamente para la plataforma educativa de la Universidad RWTH Aachen, que permite a los profesores hacer relaciones entre uso de objetos de aprendizaje, propiedades de usuarios, su comportamiento con los resultados obtenidos en las evaluaciones, con la ayuda de gráficos; presenta los detalles de fondo teórico, diseño, implementación y evaluación de la herramienta. El objetivo principal de esta herramienta es lograr analizar una gran cantidad de datos según las necesidades de los maestros, teniendo en cuenta la protección de datos. El proyecto aún está en proceso de desarrollo.

2.5. Conclusiones del estado del arte

De acuerdo con los conceptos fundamentales, el proceso de vigilancia tecnológica y los trabajos relacionados se puede concluir:

- *Learning Analytics* es una tendencia que busca aprovechar la recolección y análisis de datos para obtener información que permita optimizar el aprendizaje. Es una herramienta útil que implementada adecuadamente, podrá ayudar a profesores, estudiantes e instituciones a hacer un seguimiento del proceso de aprendizaje en busca de detectar posibles problemas y oportunidades.
- Si bien, se plantean diferentes modelos para aplicar las técnicas de análisis de LA, la mayoría no cuenta con alguna implementación que permita verificar su funcionalidad e impacto real en el aprendizaje del estudiante. Las pautas que estos trabajos proponen, servirán de base para el cumplimiento de los objetivos 1 y 3 del presente trabajo.
- De acuerdo al proceso de vigilancia tecnológica se observa que, todos los trabajos encontrados se han realizado en los últimos años demostrando la actualidad y pertinencia del tema del presente trabajo.

Capítulo 3

Learning Analytics. Análisis y selección del tipo de análisis para la adaptación de un proceso de aprendizaje

En este capítulo, se amplía el concepto de *Learning Analytics* y se presenta la información sobre los tipos de análisis que se pueden realizar en un entorno de aprendizaje electrónico. Posteriormente, se exponen los criterios para la selección del tipo de análisis que se va a utilizar en el desarrollo de este trabajo de grado y se exponen las conclusiones al respecto.

3.1. Aspectos generales de Learning Analytics

A continuación se describen los aspectos generales de Learning Analytics: definición, partes interesadas, tipos de datos educativos con las restricciones para tener acceso a los mismos y los tipos de análisis.

3.1.1. Definición

Learning Analytics (LA), permite la apertura de un campo de investigación enorme. El principal objetivo de *Learning Analytics*, es analizar los datos producto de la interacción de los estudiantes con el sistema de aprendizaje electrónico y utilizar la información obtenida a partir de ese análisis para mejorar el proceso de aprendizaje.

Retomando la definición dada por George Siemens, presentada en el apartado 2.2.6 de este documento, se define a *Learning Analytics* como: “*la medición, recolección, análisis y presentación de datos sobre los aprendices y sus contextos, para propósitos de entendimiento y optimización del aprendizaje y el entorno en el que se produce*” [10]. Es decir, el análisis de los datos, con ayuda de herramientas de visualización, permite obtener información sobre el comportamiento, actividades y entorno de aprendizaje de los estudiantes.

3.1.2. Partes interesadas

Learning Analytics tiene relación con distintos actores que participan en el proceso de aprendizaje. Según [36] y [37], estos actores pueden clasificarse en dos grupos:

- **Sujetos de datos:** son las personas cuyas acciones proveen los datos que son analizados.

- **Clientes de datos:** son aquellos que se benefician del análisis.

Los 2 tipos de actores podrían ser cualquier tipo de persona, grupo y organización, sin embargo, en la mayoría de los casos, los sujetos de datos suelen ser los estudiantes cuyas acciones y progreso son capturados y analizados. Por otro lado, los clientes de datos podrían ser: los mismos *estudiantes* (cuando se trata de la reflexión sobre su propio aprendizaje, sus logros, su desempeño o la trayectoria que ha seguido desde el inicio del curso), los *profesores* (al poder obtener información y estadísticas sobre las actividades de los estudiantes o por ejemplo, identificar estudiantes o grupos de estudiantes que no tienen el rendimiento esperado), *administradores* (facultades, instituciones interesadas, no en el aprendizaje de un solo estudiante, sino en el progreso de los cursos en general; datos como la tasa de finalización, el éxito estudiantil para determinar la eficiencia y eficacia de sus cursos y tener mejores herramientas para definir la asignación de recursos), *investigadores* (al poder tener acceso a los datos para hacer el respectivo análisis, que pueda proporcionar información útil en sus investigaciones) o incluso los padres de familia (para conocer el rendimiento académico de sus hijos, para otorgarles cierto reconocimiento o tomar medidas pertinentes si es necesaria la ayuda en casa).

3.1.3. Tipos de datos educativos

Cuando el estudiante se registra en una plataforma e interactúa con los diferentes recursos que en ella están disponibles, se pueden recopilar una gran cantidad de datos de diferentes tipos sobre el estudiante y tales actividades. Fernando Santamaría propone una clasificación de los tipos de datos, en [36], donde los más importantes son los siguientes:

- **Datos personales:** obtenidos regularmente a partir del registro en la plataforma: Nombre(s), Apellido(s), ciudad de nacimiento, edad, sexo, institución, etc.
- **Datos de contexto:** muestran los datos relacionados con el entorno del usuario como: datos de ubicación, datos de sensores (movimiento, velocidad, etc.), entre otros.
- **Datos de interacción:** provenientes del comportamiento del usuario en el sistema o algún recurso como recursos vistos, calificación de los recursos, número de veces que ha visto un recurso, participación en los foros, etc.
- **Datos relacionales:** son los que muestran las relaciones entre los usuarios, sus seguidores, sus conexiones (redes) y demás.
- **Datos de navegación:** proporcionan información sobre la navegación del usuario en el sistema: enlaces seguidos, mapas de calor, etc.
- **Datos textuales:** provienen de los textos creados por los estudiantes (mensaje en foros, trabajos escritos, comentarios, etc.) para ser evaluados con técnicas de minería.

Los tipos de datos pueden ser más o menos relevantes dependiendo del tipo de cliente de datos, el tipo de curso, el tipo de investigación que se desee realizar, entre otros. Por ejemplo, para un profesor pueden ser más interesantes los datos de interacción de un estudiante mientras que para una institución, puede ser más relevante hacer un análisis demográfico con los datos personales para ver ante qué tipo de población tiene una mejor acogida; para un investigador que indaga sobre el trabajo colaborativo y los resultados de la interdisciplinariedad pueden ser más relevantes los datos relacionales.

Existen algunas restricciones para el acceso y uso de los datos de los usuarios. El principal, hace referencia a las normas legales existentes; en Colombia existe el derecho Hábeas Data definido como “el

derecho que otorga la facultad al titular de datos personales de exigir de las administradoras de esos datos el acceso, inclusión, exclusión, corrección, adición, actualización y certificación de los datos, así como la limitación en las posibilidades de su divulgación, publicación o cesión, de conformidad con los principios que regulan el proceso de administración de datos personales”[38]. Esto implica que los datos no pueden ser utilizados sin el consentimiento y autorización de los usuarios del sistema. También se debe considerar el derecho a la privacidad, la ética (LA se debe aplicar en beneficio de las partes interesadas y no con otras intenciones) y las políticas de derechos de autor y propiedad intelectual.

Las restricciones mencionadas deben considerarse para realizar una apertura de datos educativos, porque es necesario compartirlos entre los investigadores con el fin de probar y confirmar los experimentos en distintos entornos o para referencia en otras investigaciones. Teniendo en cuenta lo anterior, el método que se puede usar en Learning Analytics para la apertura de datos es la anonimización para dicho intercambio de datos.

3.2. Elementos o Tipos de Análisis de Learning Analytics

El campo de *Learning Analytics* abarca diversos tipos de análisis para beneficiar a los actores involucrados en el proceso de aprendizaje. Algunos autores han propuesto diferentes clasificaciones, unas en función de diferentes perspectivas o líneas.

Ferguson y Buckingham Shum, en [39], proponen cinco categorías, dos de ellas vinculadas al componente social y las otras tres no estrictamente sociales. Los tipos de análisis propuestos son:

- *Análisis de discurso/lenguaje*
- *Análisis de contenido*, relacionado con la generación de contenidos
- *Análisis de motivación/disposición*, donde se toman en cuenta características sociales relacionadas con el aprendizaje participativo y la innovación
- *Análisis de contexto* que proporciona datos sobre el contexto actual de un estudiante incluyendo objetivos, actividades, pertenencia a grupos y roles de aprendizaje
- *Análisis Social*, que trata las relaciones interpersonales, conexiones y su influencia en los resultados, tareas y actividades de aprendizaje.

Por otro lado, en [12], Simón Buckingham propone una clasificación de los tipos de análisis que tiene en cuenta otros aspectos fuera del contexto social, sin dejar por fuera este componente. Los tipos de análisis propuestos son:

- *Tableros de análisis o Análisis Visual*, realiza una presentación de los datos de manera gráfica.
- *Análisis de redes sociales o Análisis Social*, realiza un análisis de la estructura y dinámica de las relaciones y conexiones entre individuos.
- *Análisis Predictivo*, permite predecir la trayectoria, resultados y comportamiento del estudiante.
- *Análisis Adaptativo*, permite identificar fortalezas y debilidades individuales para presentar un contenido y actividades adaptados según las necesidades de un estudiante
- *Análisis de Discurso*, realiza un análisis del lenguaje, escrito y hablado en los diferentes escenarios (trabajos, foros, comentarios, etc.)

Aunque las dos clasificaciones tienen aspectos en común, para efectos de este trabajo de grado, se tiene en cuenta la clasificación realizada por Simon Buckingham en [12] debido a que se enfoca, no sólo el componente social, sino que incluye otros elementos relevantes para el aprendizaje.

A continuación se presenta la información sobre cada uno de los tipos de análisis.

3.2.1. Análisis Visual

Una buena visualización de los datos puede brindar información que de otra forma no es tan obvia o fácil de entender y permite incrementar el valor de las conclusiones que se pueden derivar de ellas.

El análisis visual tiene como objetivo apoyar el razonamiento analítico a través de interfaces visuales interactivas [41]. Hace una presentación de los datos del aprendizaje, por medio de gráficos, tablas y otros tipos de visualizaciones e informes, para que puedan ser leídos e interpretados por las diferentes partes interesadas: estudiantes, educadores, administradores y analistas de datos. También debe permitir la exploración de las relaciones entre las diferentes variables. Por ejemplo, los estudiantes pueden conocer sobre su desempeño individual o agrupado comparado con la media.

Este tipo de análisis mejora la división del trabajo entre el hombre y la máquina, porque combina el razonamiento analítico con visualización interactiva, es decir, representaciones visuales y técnicas de interacción (que explotan las capacidades perceptivas del ancho de banda del ojo humano para permitir a los usuarios ver, explorar y entender grandes cantidades de información de forma simultánea), así como técnicas de apoyo a la producción, presentación y difusión de resultados analíticos que comuniquen información en el contexto adecuado para una variedad de audiencias [42]

Debido a la gran cantidad de datos y tipos de datos disponibles en los entornos e-learning, se presentan muchas oportunidades para generar visualizaciones. Estas no solo se tratan de representaciones tradicionales donde se presenta información estadística simple, sino que deben ser más informativas y aportar valor a todas las partes interesadas. Cada tarea, actividad, o proceso puede tener una representación interactiva que transmita mejor la información capturada y almacenada.

En los últimos años se ha realizado una gran cantidad de implementaciones que incluyen novedosas visualizaciones interactivas [41] y los análisis visuales clásicos que presentan la información demográfica (rango de edades, nivel de educación, sexo, etc.). A continuación se presentan algunos de esos desarrollos.

En [43], R. Mazza y C. Milani presentan una herramienta gráfica interactiva de monitorización y seguimiento (GISMO) que provee visualizaciones de las actividades de los estudiantes como: la frecuencia de escritura y lectura en foros, hilos de discusión (origen y autor), etc.

En [36] Mazza y Dimitrova sugieren algunos gráficos de dispersión de puntos en tres dimensiones utilizando los tamaños y los colores de los puntos para representar las discusiones en línea y una matriz para visualizar el desempeño de los estudiantes en las pruebas relacionadas con los conceptos del curso.

D. Gómez, R. Theron y F. García-Peñalvo presentan ViMoodle, una herramienta de análisis visual que apoya plataformas *e-learning*, (su propuesta se basa en Moodle), brindando un servicio de búsqueda y selección para el estudiante; también ayuda al tutor en el análisis y evaluación del estudiante y la plataforma. Inicialmente se implementaron gráficos de redes sociales, gráficos de caracol y nubes de

palabras [45]. Los mismos autores han realizado un estudio donde se implementó una visualización para estudiar la relación existente entre el acceso a la lectura con la publicación en un foro, y el acceso a la lectura de los recursos y la periodicidad con que se realizan esas actividades con el desempeño del estudiante [46].

En una investigación realizada por Panagiotis D. Ritsos y Jonathan C. Roberts [40], se plantean algunas recomendaciones para realizar el Análisis Visual; entre ellas la de pensar en un sistema de aprendizaje, monitorización, análisis y visualización interactivo en las diferentes etapas del proceso de aprendizaje (no sólo al finalizar el curso), mejorar los diseños de las interfaces, considerar el hecho de que se deben analizar grandes cantidades de datos y que los sistemas deben permitir realizar ese análisis de manera óptima e incluir estrategias de modelos de aprendizaje para permitir que los sistemas de LA tengan una influencia más profunda a través del proceso de aprendizaje.

Uno de los sitios web más relevantes que aplican el análisis visual, es la plataforma Khan Academy que provee recursos abiertos para la enseñanza y aprendizaje de matemáticas y ciencia, a través de actividades interactivas. Genera diferentes gráficos que muestran el progreso de los estudiantes e histogramas que muestran los problemas que tienen los estudiantes en las diferentes actividades.

3.2.2. Análisis Social

Actualmente, se considera que el conocimiento colectivo es la revolución más importante en la sociedad porque la acción humana conjunta acelera la creación de conocimiento, lo que a su vez potencia el aprendizaje. Según Jean Lave y Etienne Wenger, lo que caracteriza al aprendizaje surge de las comunidades de individuos porque el aprendizaje se logra en función de formar parte de una comunidad. Teniendo en cuenta esto, y la tendencia actual hacia las redes sociales (no sólo como herramienta de ocio), se empezó a poner mayor atención al comportamiento social del estudiante y el impacto que esas relaciones sociales tienen en su aprendizaje.

Hoy en día, las investigaciones están comenzando a demostrar que las conexiones de los estudiantes y grupos pueden estar relacionadas con la efectividad del aprendizaje. Ferguson y Buckingham considera que el análisis social es un subconjunto de *Learning Analytics* que busca demostrar que las nuevas habilidades e ideas no son únicamente logros individuales, sino que se desarrollan a través de la interacción y la colaboración.

El *Análisis Social* del Aprendizaje está basado en la teoría del aprendizaje y centra su atención en los elementos de aprendizaje que pueden ser relevantes al aprender en una cultura participativa en línea. Particularmente el enfoque de este tipo de análisis está en los procesos en los que el estudiante no está solo y no necesariamente están realizando un trabajo por una calificación; se enfoca en aquellas ocasiones en las que el estudiante se dedica a la actividad social, ya sea interactuando directamente con los demás (mensajes, amistades o seguidores), o el uso de las plataformas en las cuales sus actividades serán experimentadas por otros (como publicaciones, búsquedas, etiquetas o rating) [47].

El *Análisis Social*, permite identificar si un estudiante desarrolla capacidades y actitudes para el trabajo en equipo, si este prefiere el trabajo individual (no mantiene relaciones con otros estudiantes), o pone atención no sólo en los materiales educativos que se le ofrecen en el entorno de aprendizaje sino en la construcción de conocimiento individual o colectivo. En otras palabras, el análisis social permite la identificación de características sociales de un estudiante que pueden influenciar en su aprendizaje.

Hace visible la estructura y la dinámica de las redes interpersonales, para entender cómo las personas desarrollan y mantienen relaciones. Incluye el “análisis de relaciones y de conexiones entre individuos e influencia en los resultados, tareas y actividades de aprendizaje” (Zapata-Ros, 2013).

Uno de los principales focos del análisis social son las redes de aprendizaje. Estas redes están conformadas por actores (personas o recursos) y sus relaciones que bien pueden ser fuertes o débiles de acuerdo a la frecuencia, calidad o importancia de la comunicación entre ellos. El análisis de esas redes permite investigar los procesos de conformación de las redes, las propiedades de los lazos, relaciones, roles y las formaciones en la red, para comprender cómo se desarrollan las personas y lograr mantener esas relaciones para apoyar el aprendizaje (Haythornthwaite, 2010). El análisis de las relaciones interpersonales ofrecen la posibilidad de identificar intervenciones que puedan aumentar el potencial de una red para apoyar el aprendizaje de sus actores vinculándolos a contactos, recursos e ideas (Ferguson y Buckingham, 2012).

Algunas métricas de redes que se deben considerar en un análisis social, mencionadas en [53], incluye la relación de enlaces existentes con el número total de enlaces posibles(densidad), el nivel de centralización/descentralización como indicador de las dependencias dentro de la red y la agrupación dentro de la red.

Un ejemplo de diagrama de red se puede ver en la Figura 5.6. Esta es una representación visual de las interacciones que se dan lugar entre los diferentes actores y permite cosas como: identificar los estudiantes desconectados (en riesgo), planificar las respectivas intervenciones, proporcionar información sobre tipo de interacción que se da antes y después de la intervención (para determinar el efecto que han tenido los cambios), identificar las relaciones más fuertes, la centralidad de un actor, etc.

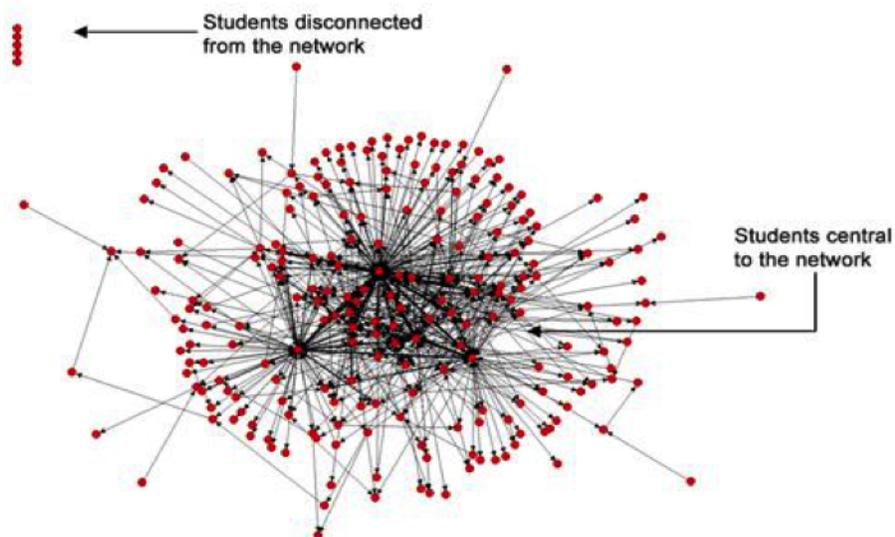


Figura 3.1: Diagrama de red (Fuente: An exploration of the development of a resource for monitoring online student networking. British Journal of Educational Technology, 41(5), 736-752)

La actividad en los foros de discusión también es tenida en cuenta para este tipo de análisis porque es un buen indicador de las interacciones de los estudiantes (quien publica, quien responde, el tema más mencionado, etc.). En el análisis social también podría tenerse en cuenta el contenido publicado por los actores y el contexto en que se mueve cada uno para determinar quién habla con quien, de qué

se habla y por qué. Dependiendo del desarrollo o los objetivos de un curso o estudio, el análisis social podría combinarse con otros análisis para identificar los factores que puede ayudar al proceso de aprendizaje.

Un estudio propuesto por Haythornthwaite y De Laat (2010) fue realizado desde 2 perspectivas: una centrada en un estudiante y la otra realizada de una manera global. Proponen que el estudio centrado en una persona puede ayudar a identificar aquellas personas con las cuales un estudiante, en particular, aprende y los factores contextuales del aprendizaje. Por otro lado, si se analiza toda una red se puede considerar la distribución de la información, cómo es el desarrollo del aprendizaje y puede ayudar a caracterizar la red (caracteres, prácticas, intereses, afinidades, etc.).

Hasta ahora se han desarrollado varias herramientas para apoyar el análisis social en el contexto de aprendizaje. Una de las más populares es SNAPP (Social Networks Adapting Pedagogical Practice). Esta herramienta de código abierto permite realizar un análisis de redes sociales en tiempo real y facilita la visualización de las interacciones resultantes de mensajes y respuestas en los foros para dar a los tutores la oportunidad de identificar los patrones de comportamiento de los usuarios en cualquier etapa del curso. Puede usarse en diferentes sistemas comerciales o LMS abiertos como Blackboard y Moodle. Sirve como un instrumento de diagnóstico que permite a los profesores evaluar los patrones de comportamiento y datos como: estudiantes aislados, mal funcionamiento de un grupo, centralidad de los usuarios, etc. [48].

A nivel comercial, se encuentran herramientas como OnmiSocial Learning de MZINGA, permite identificar los patrones de participación de un estudiante, su actividad en una red, aquellos que tienen una mayor influencia en los actores de la misma y los que son considerados como los líderes o aquellos que pueden ejercer un mayor impacto.

También se han desarrollado otras herramientas para realizar el análisis social como: SocialLearn [39], SproutSocial [49], C4S, AWE, PASS [54], entre otras.

3.2.3. Análisis de discurso

El análisis de discurso tiene como objetivo principal la exploración de la gran cantidad de texto y las propiedades del lenguaje que se genera en los cursos en línea y se basa en el estudio del lenguaje como herramienta fundamental para un aprendizaje significativo, la construcción del conocimiento y el desarrollo de inteligencia colectiva (Zapata Ros, 2013). Es un campo de investigación incipiente.

Algunas acciones básicas que se tienen en cuenta al realizar el análisis de discurso son, por ejemplo, contar cuantas veces un estudiante ve o participa en un foro, publica un mensaje o forma parte activa de una discusión, palabras o expresiones más utilizadas, propiedades del lenguaje, etc. El objetivo del análisis se puede llevar más lejos proporcionando información a los educadores y estudiantes de la calidad de las contribuciones haciendo un análisis semántico y sintáctico. Esto puede hacerse, por ejemplo, utilizando los conocimientos relacionados con las técnicas básicas de construcción de textos que ayudan al análisis de las diferentes unidades del discurso (piezas del discurso) y las conexiones entre ellas para determinar su rol en los textos argumentativos o expositivos (Sperber y Wilson, 1994; Grice 1975).

En los entornos de aprendizaje en línea se pueden encontrar diversos materiales escritos para realizar el análisis de discurso tales como: materiales de aprendizaje, debates, críticas y ensayos, foros, blogs, wikis y redes sociales. Cada una de los materiales permite al estudiante expresar sus pensamientos de manera diferente, dependiendo de cuál se esté utilizando y del objetivo del dialogo. Además debe considerarse

que las expresiones en un diálogo cara a cara no son las mismas que se utilizan en los discursos escritos. Por lo tanto, el tipo de diálogo, el ambiente y el discurso en sí, son aspectos que deben tenerse en cuenta cuando se plantea realizar un análisis sobre el lenguaje [55]. El discurso no solamente es el medio para la comunicación, sino que se considera la base, medio y producto de la construcción de conocimiento.

Un indicador clave del aprendizaje significativo es la calidad de la contribución al discurso [55]. Mecer centra la atención en la relación entre los procesos de diálogos con los resultados: si el discurso es la herramienta a través del cual los estudiantes piensan colectivamente, los resultados del discurso y su análisis pueden proporcionar indicadores para comprender mejor los procesos de aprendizaje. Él afirma que “el éxito educativo y el fracaso pueden ser explicados por la calidad del diálogo educativo, en lugar de, simplemente, en términos de la capacidad de cada estudiante o la habilidad de sus maestros”. En otras palabras, la participación de los estudiantes en un diálogo puede ser un indicador de cómo se involucran con las ideas de otros estudiantes, su opinión al respecto, la comprensión del tema en cuestión, su aprendizaje y su capacidad para expresar su punto de vista.

Aunque Mecer y otros se centran inicialmente en el diálogo hablado como herramienta para el pensamiento colectivo, sus trabajos han demostrado los mismos resultados en el aprendizaje en ambientes virtuales [56], creando un puente hacia la analítica del aprendizaje en línea para la creación de conocimiento.

Ferguson y Buckingham aseguran que se encuentran disponibles muchas herramientas para el análisis de discurso en línea que van desde herramientas de visualización conocidas como Wordle y Tag Multitud, hasta potentes herramientas como Nvivo. Estas permiten apoyar una gran variedad de métodos de investigación cualitativa, por ejemplo, la *lingüística de corpus* que estudia el lenguaje a través de ejemplos de textos reales producidos en el mundo real. Algunas aplicaciones desarrolladas basadas en este método son: la iniciativa multilingüe *European Corpus*, *British National Corpus* y algún software automatizado como WMatrix [47].

Otra herramienta conocida y basada en web es *Cohere*, que ofrece un medio para participación en el discurso estructurado en línea, su resumen y análisis (Buckingham, 2008). Realiza anotaciones en la web, o una discusión como una red de movimientos retóricos: los usuarios deben reflexionar y hacer explícita la naturaleza de su contribución a una discusión [55]. Se puede utilizar para aumentar la conversación en línea poniendo la información explícita sobre la función retórica y la relación entre los diferentes post. Los usuarios también tienen la opción de buscar el diálogo en línea como una red semántica de los mensajes y no como texto lineal.

3.2.4. Análisis Predictivo

El análisis predictivo en el aprendizaje se utiliza para determinar la posibilidad de eventos futuros mediante el análisis de datos históricos y actuales, siendo uno de los usos más avanzados del análisis. Permite, a partir de datos estáticos (demografías, logros alcanzados, etc.) y datos dinámicos (patrones de conexión, participación en foros, etc.) clasificar la trayectoria de cada estudiante y hacer intervenciones puntuales (apoyo académico, tareas más difíciles, etc.). Por ejemplo, uno de los predictores de los resultados de un examen final son los exámenes iniciales. Se requiere hacer un análisis estadístico para identificar las variables que pueden demostrar ser los predictores más fuertes de éxito.

En el área del aprendizaje, el análisis predictivo puede ayudar a identificar tempranamente los estudiantes que están en riesgo de fallar en un curso, entender los factores que influyen en el éxito estudiantil, brindar herramientas a los tutores para ayudar a los estudiantes o realizar intervenciones eficaces y apropiadas según

el estudio de caso. Es claro que las predicciones deben estar basadas en datos históricos, conocimiento y experiencias de los estudiantes y, por lo tanto, este tipo de análisis puede determinar “lo que podría suceder”, pero no “lo que ocurrirá exactamente”.

Existen diferentes herramientas que están dando pasos hacia adelante en cuanto al análisis predictivo; no cuentan con un factor de acierto alto en los casos aplicados (como se espera en un futuro), pero se está avanzando en los desarrollos al respecto. Por ejemplo, Jezabar es una plataforma que ofrece el análisis del perfil de los estudiantes según el nivel de riesgo de fracaso o abandono del curso. Analiza primero la información que existe en la institución para determinar las tendencias y factores significativos que pueden afectar la tasa de retención y éxito de un grupo de estudiantes. Una vez los factores son identificados matemáticamente se asignan valores de peso a cada uno para crear el modelo de evaluación de riesgo. Según esa información se hace la evaluación a los estudiantes [55].

En [51] se describen los resultados académicos del proyecto *Course Signals*, una herramienta desarrollada en la Universidad de Purdue para el análisis de datos predictivo y la intervención temprana. Busca identificar y generar informes del nivel de riesgo del aprendizaje de los estudiantes basado en la historia académica, información demográfica, rendimiento actual del curso y la interacción en relación con los compañeros lo que representa el nivel de esfuerzo y compromiso. Los estudiantes reciben alertas del estado del rendimiento a través de una interfaz gráfica y los tutores utilizan los informes de intervención para enviar mensajes específicos a los estudiantes con información sobre su comportamiento.

RioPACE es una herramienta en desarrollo, basada en modelos predictivos que busca estimar las probabilidades de éxito o fracaso y conducir a la intervención temprana para los estudiantes en riesgo. Después es un trabajo de recolección de datos, hoy en día RioPACE permite comparar el comportamiento del estudiante con los datos históricos de aquellos que han tenido éxito en sus cursos y así, tener la capacidad de ayudar a mejorar el rendimiento de cada usuario. Se fijaron 24 factores que permiten la predicción, incluyendo: actividad del curso, situación demográfica y socioeconómica, etc. y posteriormente se redujeron a tres factores clave que eran recurribles para determinar el progreso satisfactorio del estudiante y el ritmo en un curso. Actualmente, se está ejecutando un piloto con 11 cursos donde participan 2800 estudiantes [50].

En la Universidad de Phoenix están en desarrollo dos prototipos pilotos de modelos predictivos. A diferencia de otros proyectos publicados, este enfoque permite identificar los estudiantes que están en riesgo de reprobación su curso actual y producir información precisa, oportuna y procesable que atiende las necesidades de los asesores del sector académico. Los autores enfatizan en la necesidad de poner mayor atención en los registros de datos porque muchas veces hubo pérdida de datos importantes y reconocen que se hizo uso de recursos manuales para compilar los datos de bases de datos separadas. [52].

Otros estudios llevados a cabo que buscan predecir el rendimiento de los estudiantes son mencionados en [58]. Por ejemplo, Smith, Lange y Huston utilizan datos del LMS como frecuencia de acceso, participación, ritmo del estudiante en el curso y calificaciones para predecir los resultados del estudiante al finalizar el curso. Macfadyen y Dawson utilizan el número de mensajes de discusión leídos, número de respuestas publicadas para predecir el éxito o fracaso de un estudiante. Minaei-Bidgoli, Kashy, Kortemeyer y Punch utilizaron el número de intentos de hacer una tarea, el tiempo dedicado a un problema y la lectura del material para predecir las calificaciones finales. Por último, Falakmasir y Jafar examinaron qué actividades pueden afectar la calificación final de un estudiante, encontrando que la participación de los mismos en los foros puede ser un predictor de las calificaciones finales.

3.2.5. Análisis Adaptativo

En lugar de ofrecer a todos los estudiantes el mismo estilo de curso, este tipo de análisis propone identificar características, fortalezas y debilidades individuales para presentar un contenido y actividades adaptados según las necesidades de los estudiantes y el modelo curricular correspondiente. Puede contribuir a adaptar la metodología, el ritmo de trabajo y el diseño instructivo a los sistemas cognitivos de los aprendices [59].

Brusilovsky (2001) señala que se puede utilizar dos enfoques de adaptación en el desarrollo de sistemas de aprendizaje adaptativo basado en la web: “la presentación de adaptación”, que presenta el contenido personalizado para estudiantes individuales, y “apoyo a la navegación adaptativa”, que guía a las personas a encontrar el aprendizaje contenidos sugiriendo itinerarios de aprendizaje personalizado. Otros investigadores han señalado la importancia de proporcionar interfaces de usuario personalizadas para satisfacer los hábitos de aprendizaje de los estudiantes (Mampadi, Chen, Ghinea, y Chen, 2011) [60].

Generalmente, el tipo análisis y la adaptación dependen de la necesidad del caso o investigación. Pueden realizar adaptación de los contenidos según el modelo curricular, mostrando nuevas unidades temáticas únicamente cuando el estudiante haya aprobado los temas anteriores requeridos para el estudio de la nueva unidad. También puede hacerse una adaptación de la presentación y selección de contenidos apropiados, teniendo en cuenta el nivel de conocimiento de los estudiantes y el nivel de dificultad de los contenidos de aprendizaje. Se pueden utilizar factores como las preferencias personales, hábitos de aprendizaje, estilos de aprendizaje y estilos cognitivos.

Entre mayor cantidad de factores se tengan en cuenta para la adaptación del aprendizaje, se pueden ofrecer sistemas de aprendizaje más eficaces [60]. Sin embargo también se debe tener en cuenta que cuanto mayor número de factores se tengan en cuenta para realizar la adaptación, la complejidad del sistema crece, al igual que el tiempo de desarrollo y los recursos requeridos.

En los últimos años, se han desarrollado diferentes sistemas de aprendizaje adaptativos basados en los diferentes parámetros que representan las preferencias de los estudiantes y las características del contenido de aprendizaje. Por ejemplo, Papanikolaou, Grigoriadou, Magoulas y Kornilakis (2002) desarrollaron un sistema de aprendizaje adaptativo mediante la adopción de los niveles de conocimiento de los estudiantes como el principal factor para la adaptación de los contenidos de aprendizaje; por otra parte, Tseng, Su, Hwang, Hwang, Tsai y Tsai (2008) desarrollaron un sistema de aprendizaje adaptativo basado en un Framework orientado a objetos que brinda contenido personalizado de aprendizaje considerando el nivel de conocimiento de los individuos y el nivel de dificultad de los objetos de aprendizaje. Por otro lado, Hwang, Kuo, el Yin y Chuang (2010) desarrollaron además un sistema de aprendizaje adaptativo para guiar a las personas a aprender en un ambiente del mundo real mediante la generación de los itinerarios de aprendizaje personalizadas basadas en el estado de aprendizaje de cada estudiante y las relaciones entre los objetivos de aprendizaje.

En [60] se describe el desarrollo de un sistema de aprendizaje adaptativo que toma en cuenta los estilos de aprendizaje y los estilos cognitivos para desarrollar un módulo de presentación personalizada. Este experimento permitió evaluar el rendimiento en un curso de informática con 54 participantes y concluir que la adaptación permite, a los estudiantes, obtener mejores logros de aprendizaje.

3.3. Criterios de selección para el tipo de análisis

Los criterios de selección tenidos en cuenta para elegir el tipo de análisis de Learning Analytics que será implementado en este trabajo de grado, son formulados en base a las necesidades específicas de la presente investigación y teniendo en cuenta que no existe alguna publicación que indique las recomendaciones para la elección de un tipo de análisis para la adaptación de un proceso de aprendizaje.

A continuación, se describen los criterios propuestos:

- **Identificar perfil de aprendizaje:** debe permitir la identificación del perfil de aprendizaje del estudiante para adaptar algún componente del proceso formativo según el mismo. Teniendo en cuenta el objetivo general del presente trabajo, este criterio se considera uno de los más relevantes porque precisamente el tipo de análisis elegido debe permitir identificar las características o el perfil del estudiante
- **Resultados documentados:** debe tener pocos resultados de investigación documentada. Hace referencia a la cantidad de investigaciones formales realizadas sobre el tipo de análisis y de las cuales exista algún tipo de documentación publicada. Si un tipo de análisis no tiene tanta documentación de investigaciones disponibles, quiere decir que es un área con altas oportunidades de investigaciones por el impacto y la importancia que puede producir el conocimiento generado en la misma.
- **Adaptación del proceso:** debe permitir la adaptación del proceso de aprendizaje al perfil del estudiante. El tipo de análisis elegido, debe brindar opciones que permitan realizar la adaptación del proceso de aprendizaje al perfil de estudiante.
- **Tiempo de Seguimiento:** no requiere necesariamente seguimiento del estudiante por un largo periodo de tiempo. Los tipos de análisis pueden proponer herramientas poderosas que permitan hacer análisis de gran impacto para el aprendizaje, sin embargo por las limitaciones de tiempo del presente trabajo de grado, este será uno de los criterios para seleccionar el tipo de análisis a implementar.

3.4. Análisis de la información relacionada con los tipos de análisis de Learning Analytics teniendo en cuenta los criterios de selección

A continuación, se presenta la evaluación de cada uno de los tipos de análisis, según los criterios propuestos en la sección 3.3, para definir cuál proporciona más beneficios para la adaptación de un proceso de aprendizaje al perfil de los estudiantes en el contexto de este trabajo de grado. En las tablas 3.1 a 3.5, el SI, hace referencia al cumplimiento del criterio de evaluación y el NO, indica el caso contrario.

Criterio	Análisis Visual (AV)
Identificar perfil de aprendizaje	No. Por si solo no lo permite; la opción es presentar los datos de los demás análisis de forma visual.
Resultados documentados	No. Es uno de los análisis más explorados y del cual se encuentran varias implementaciones disponibles.

Adaptación del proceso	No. Muestra la información de manera gráfica y permite obtener conclusiones al respecto que podrían generar recomendaciones para adaptar el curso según las necesidades, pero esa adaptación no es parte de este tipo de análisis.
Tiempo de seguimiento	Sí. Se pueden mostrar los resultados del análisis, incluso desde la inscripción al curso, considerando los datos demográficos.

Tabla 3.1: Evaluación del análisis visual según los criterios de selección.

Criterio	Análisis Social (AS)
Identificar perfil de aprendizaje	Sí. Permite identificar el perfil social del estudiante.
Resultados documentados	No. Existen varias investigaciones e implementaciones sobre este tipo de análisis.
Adaptación del proceso	Sí, en caso que la adaptación quiera enfocarse en un nivel social para incrementar la colaboración, trabajo en equipo, etc. Como este tipo de análisis va dirigido a estudiar las relaciones entre los diferentes estudiantes, podrían generarse recomendaciones a los tutores para que modifiquen las actividades del curso según la necesidad.
Tiempo de seguimiento	No. Se requiere tiempo para definir cómo un estudiante aprende y mantiene relaciones (estas no se construyen en poco tiempo).

Tabla 3.2: Evaluación del análisis social según los criterios de selección.

Criterio	Análisis de Discurso (AD)
Identificar perfil de aprendizaje	Sí. Permite identificar el perfil discursivo del estudiante (manejo del discurso)
Resultados documentados	Sí. Es un campo de investigación incipiente.
Adaptación del proceso	No. Va dirigido principalmente al contenido publicado por los estudiantes: comentarios, preguntas, tareas escritas, etc. aunque de estos se podría inferir su opinión sobre los elementos del curso para corregir de errores o realizar mejoras (no para su adaptación al perfil del estudiante).

Tiempo de seguimiento	Sí. Aun si se analizan sólo algunas composiciones del estudiante, los resultados pueden dar indicios de cómo es el manejo del discurso por parte del mismo.
------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 3.3: Evaluación del análisis de discurso según los criterios de selección.

Criterio	Análisis Predictivo (AP)
Identificar perfil de aprendizaje	No. Su foco no es la identificación del perfil de un estudiante, aunque se puede tener en cuenta para la predicción del rendimiento del mismo
Resultados documentados	Sí. Es un campo en el que se está incursionando desde hace poco tiempo.
Adaptación del proceso	Sí. Se enfoca en el comportamiento y rendimiento del estudiante para predecir los resultados en su proceso de aprendizaje o eventos futuros en el mismo. Las predicciones pueden generar resultados que induzcan a aplicar intervenciones sobre las actividades (evaluaciones, tareas, ejercicios, etc.) para tener un mejor rendimiento o evitar el fracaso para un estudiante.
Tiempo de seguimiento	No. Requiere seguimiento por largos periodos de tiempo para obtener los datos en los cuales basa sus predicciones.

Tabla 3.4: Evaluación del análisis predictivo según los criterios de selección.

Criterio	Análisis Adaptativo (AA)
Identificar perfil de aprendizaje	Sí. Permite la identificación del nivel de conocimiento de un estudiante, preferencias personales, hábitos de aprendizaje, estilos de aprendizaje o estilos cognitivos.
Resultados documentados	Sí. Debido a la amplia gama de adaptaciones que pueden hacerse en un curso, son pocas las áreas que han abarcado las investigaciones desarrolladas hasta el día de hoy.
Adaptación del proceso	Sí. Brinda la opción de adaptar las actividades o los contenidos según el perfil de un estudiante.

Tiempo de seguimiento	Sí. Dependiendo del número de parámetros a tener en cuenta para realizar la adaptación, el tiempo requerido puede ser largo o corto.
------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 3.5: Evaluación del análisis adaptativo según los criterios de selección.

En la tabla 3.6, se presenta un resumen donde se muestra qué tipo de análisis cumple determinado criterio; esto con el objetivo de que sea más fácil la visualización de esta información.

Criterio	AV	AS	AD	AP	AA
Identificar perfil de aprendizaje		x	x		x
Resultados documentados			x	x	x
Adaptación del proceso		x		x	x
Tiempo de seguimiento	x		x		x

Tabla 3.6: Resumen del cumplimiento de los criterios de selección por cada tipo de análisis.

Según esta información, el tipo de análisis que cumple con todos los criterios de selección, y por lo tanto, el que presenta mayores beneficios para el aprendizaje en torno a este trabajo es el Análisis Adaptativo. Sin embargo, además del cumplimiento de los criterios de selección, es importante hablar sobre las dificultades o inconvenientes que conlleva el uso de cada uno de los tipos de análisis:

- El análisis visual requiere un buen procesamiento computacional y manejo de técnicas y herramientas gráficas, de las cuales los estudiantes a cargo de este trabajo de grado no tienen conocimiento; esto implica una mayor inversión en términos de tiempo para aprender sobre las mismas y por lo tanto, actividades que pueden salirse del cronograma planteado.
- El análisis social es el campo más explorado en la mayoría de sus aspectos, posiblemente porque las redes sociales están en auge y se ha notado el impacto positivo que tiene en el aprendizaje. Un desarrollo con este tipo de análisis puede ser de beneficio para las partes interesadas, pero al existir desarrollos similares el impacto de un estudio en esta área podría no ser tan significativo comparado en un desarrollo en otra menos investigada.
- El análisis de discurso requiere el uso de técnicas de análisis de lenguaje. La complejidad en la implementación de técnicas de análisis de sintaxis y semántica hace difícil su ejecución en el tiempo estimado para el desarrollo del presente trabajo.
- El análisis predictivo requiere una previa recolección de datos históricos para poder hacer una predicción y poder aplicar los beneficios de la misma. Actualmente no se poseen datos históricos documentados que sirvan para ser utilizados en este trabajo y su obtención tardaría bastante tiempo del cual no se dispone.
- El análisis adaptativo requiere la preparación de distintos materiales y actividades según las características o el perfil de los estudiantes y un profesor o tutor debe estar en la disposición para la construcción de los mismos.

3.5. Selección del tipo de análisis para la adaptación del proceso de aprendizaje al perfil del estudiante

Con esta investigación se pretende ir un poco más allá de realizar los análisis básicos en entornos web como estadísticas demográficas de los usuarios de los sistemas de aprendizaje, determinación de aquellos que inician sesión o no, etc. Con la aplicación de al menos un tipo de análisis de *Learning Analytics* se podría obtener, no sólo la información mencionada anteriormente, sino también datos que permitan realizar una mejora o un aporte al proceso de aprendizaje. En el caso de este trabajo de grado, se busca adaptar un proceso de aprendizaje al perfil de los estudiantes con el objetivo de ver el impacto que esta herramienta produce y los potenciales beneficios que se pueden obtener a partir de ella para todas las partes interesadas.

Según la información recopilada y analizada en este capítulo es claro que los tipos de análisis presentan ventajas y desventajas para su implementación. Sin embargo, de acuerdo a los criterios planteados, al cumplimiento de cada uno de ellos por los diferentes tipos de análisis, y los inconvenientes en la implementación mencionados en la sección 3.4, se decidió que el que se aplicará en el desarrollo de este trabajo de grado es el **Análisis Adaptativo**. Además de que este análisis cumple con todos los criterios de selección propuestos, posee notables ventajas sobre los otros tipos de análisis si se habla de la adaptación del proceso de aprendizaje al perfil del estudiante. Si bien este requiere un tiempo extra de dedicación para la preparación de los diferentes materiales o actividades, se espera que sean mayores y más significativos los beneficios para el aprendizaje que el mismo esfuerzo.

Capítulo 4

Plataformas para la implementación del análisis adaptativo de Learning Analytics

En este capítulo, se presenta la información sobre algunas de las plataformas web disponibles, para poder realizar la implementación del prototipo que aplique el análisis adaptativo de *Learning Analytics* para realizar una adaptación al proceso de aprendizaje.

Es claro que en la red están disponibles una variada cantidad de plataformas que permiten la implementación y el despliegue de cursos virtuales, y es difícil incluir todas ellas en este trabajo. Por lo tanto, en primer lugar, se definen los criterios que serán tenidos en cuenta para la selección de una plataforma y posteriormente la información sobre aquellas que cumplen las características requeridas.

4.1. Criterios de selección de la plataforma

En [63] se indican algunos criterios recomendados para evaluar y comparar diferentes tecnologías que ayudan a tomar la decisión sobre qué plataforma elegir para desarrollar una aplicación software. Si bien el trabajo que propone dichos criterios está relacionado con aplicaciones empresariales para ambientes web, estos permiten comparar plataformas de desarrollo para ambientes que deben atender un gran número de solicitudes de los usuarios y no exclusivamente para el ámbito empresarial. Así, la lista de criterios de selección puede ajustarse a las necesidades del proyecto; en este caso, se van a utilizar aquellos que se consideran más relevantes para el desarrollo del presente trabajo.

A continuación se presentan los criterios a tener en cuenta para la selección de la plataforma que se utilizará en la implementación del prototipo; al final de la lista se incluyen dos criterios no mencionados en [63] que también se consideran significativos.

- **Curva de aprendizaje mínima/plana:** no todas las plataformas son iguales, y cada lenguaje en el que está desarrollada tiene un nivel de complejidad diferente. La curva de aprendizaje permite definir el esfuerzo requerido para aprender cierta aptitud en un periodo de tiempo. Si ésta es empinada, indica que el tema es difícil de aprender, mientras que una curva plana indica el caso contrario. Debido al tiempo estimado para el desarrollo del trabajo de grado, la curva de aprendizaje debe ser plana o mínima para que la implementación del prototipo se pueda realizar dentro de los límites de tiempo establecidos en el cronograma.

- **Buena documentación:** la plataforma elegida debe contar con una buena documentación para facilitar el desarrollo, soporte, mantenimiento y actualización de la aplicación.
- **Tener un tipo de licencia para código abierto:** la licencia permite conocer los deberes y derechos que se tiene sobre determinado software como: modificaciones, pago por el servicio, socialización del desarrollo, comercialización, etc. En este caso, la plataforma debe tener uno de los tipos de licencia para código abierto (AGPL, BSD, ZPL, Apache, etc.)
- **Grado alto de actividad de la comunidad:** este criterio, permite conocer el grado de actualidad de la plataforma y la acogida, percepción e interacción de la comunidad ante la misma. A mayor tamaño de la comunidad mayor probabilidad se tendrá para obtener ayuda ante inconvenientes con la plataforma.
- **Debe tener la capacidad para el desarrollo de MOOC:** este criterio se establece como requisito para la plataforma, debido a que este trabajo está articulado a la propuesta de Doctorado en Ingeniería Telemática del Mag. Mario Solarte que así lo demanda.
- **Requisitos:** la plataforma debe permitir implementar los requisitos del prototipo especificados en la sección 5.4.1 del presente documento.
- **Soporte actual para Learning Analytics:** se corrobora el soporte que cada plataforma tiene para LA.

4.2. Plataformas para la implementación del prototipo

Para la búsqueda de plataformas que permitan la implementación del prototipo que incluya el análisis adaptativo, se tuvieron en cuenta los criterios planteados en la sección 4.1. Inicialmente la búsqueda se realizó con la condición de que la plataforma debe permitir la implementación de MOOC y debe ser de Código Abierto; posteriormente se evaluaron los demás criterios de selección.

En [64] se realizó un estudio en donde se comparan las diferentes plataformas de código abierto para conocer las ventajas y desventajas de cada una. Uno de los aspectos más relevantes de este estudio es la actividad de la comunidad en los repositorios oficiales. Si bien los criterios de evaluación de las plataformas en ese documento son, en su mayoría, diferentes a los planteados para este proyecto, la información presentada es de utilidad y se tendrá en cuenta para el presente análisis.

A continuación se describe brevemente cada una de las plataformas resultado de la búsqueda realizada según los criterios de selección. Además en la sección 4.2.6. Se presentan los resultados de un estudio que permite medir el grado de actividad de algunas de estas plataformas:

4.2.1. Moodle (<https://moodle.org/>)

Aunque no es una plataforma diseñada específicamente para el despliegue de MOOC, en los últimos años Moodle ha venido desarrollando cambios para poder llegar a ser una plataforma MOOC propiamente dicha, y actualmente está haciendo frente a los problemas de escalabilidad y la cuestión de “masivo” [65]. Por lo anterior, esta plataforma hace parte de este análisis.

El proyecto Moodle está dirigido por “Moodle HQ”, una compañía Australiana de 30 desarrolladores soportada financieramente por una red mundial de 60 compañías (Moodle Partners). Moodle lanzó su primera versión de código abierto en 2001 y a través de los años ha creado una amplia comunidad de aprendizaje en la que desarrolladores y usuarios participan a través de foros para compartir experiencias y dudas, e intentando crear un espacio colaborativo de aprendizaje en varios idiomas y diferentes países a nivel

mundial. Hoy en día se mantiene como una comunidad activa y fuerte. Por otra parte, La documentación es muy buena porque, en la página oficial de Moodle, está disponible la información sobre cada uno de los módulos y de los archivos más importantes.

Esta plataforma está construida en PHP, utiliza AJAX en algunas partes y soporta los principales motores de bases de datos: MySQL, PostgreSQL y Oracle.

Moodle permite la administración del sitio (personalización del sitio, idiomas y administración en general), la administración de los usuarios y la administración de cursos. Es una plataforma modular y aunque en general todas las aplicaciones dentro de ella reciben el nombre de “módulos”, técnicamente están divididos en tres categorías:

- **Módulos de actividades:** corresponden a las actividades y recursos que se pueden incluir en los cursos como: foros, tareas, wikis, encuestas, exámenes, etc.
- **Bloques:** son elementos modulares que forman parte de la estructura tabular de Moodle como: el bloque calendario, formulario de búsqueda, informe de actividad reciente, etc.
- **Filtros:** son aplicaciones que analizan el texto introducido en las actividades y recursos y aplican filtros para modificar el resultado final. Existen filtro de auto-enlace, de contenido o seguridad. Por ejemplo, se puede aplicar un filtro “auto-enlace” al glosario que transforma automáticamente cada palabra en un enlace a la entrada correspondiente.

El rendimiento de Moodle puede verse afectado cuando hay un gran número de estudiantes por no estar diseñado para el desarrollo de MOOC [66]. Al estar basado en tecnología PHP, la configuración de un servidor con muchos usuarios debe ser cuidadosa para obtener el mejor desempeño.

4.2.2. OpenMOOC (<http://openmooc.org/>)

OpenMOOC es una plataforma open source (licenciada Apache 2.0), que permite el despliegue de cursos MOOC y brinda diferentes herramientas como foros y wikis. Los cursos constan de unidades construidas como un conjunto de “píldoras” de conocimiento conformadas por videos cortos asociados a material complementario (documentos, enlaces, ejercicios) o tareas y exámenes. Fue presentada el 16 de octubre de 2012.

Actualmente está soportada por la UNED y CSEV, y es utilizada por las siguientes entidades: EducaLab, Difundi, Institut Mines-Telecom, Western Ontario University, asociación española de fundaciones, entre otros.

Open MOOC posee varios componentes:

- **Identity provider:** es el responsable del manejo de la identidad de los usuarios (registro y gestión de datos) y se basa en SimpleSAMLphp, basada en php nativo, que es una aplicación que se ocupa de la autenticación.
- **Moocng:** es el motor de la plataforma que permite a los profesores crear, gestionar y liberar cursos. Está escrito en Python/Django
- **Askbot:** este componente es una plataforma Q&A (preguntas y respuestas), escrito en Python y Django, que permite la comunicación entre profesores y estudiantes.

Utiliza el sistema de bases de datos para la integración de usuarios MongoDB, que permite dar soporte a la captura de todos los datos generados por los usuarios sin que afecte el rendimiento de la plataforma. También permite el uso de PostgreSQL.

La documentación para esta plataforma está en fase de desarrollo. Actualmente cuenta con un espacio en Github donde se encuentra publicada una versión demo de la guía de la instalación y configuración de la misma (<https://github.com/OpenMOOC/documentation>). También está disponible el código fuente de OpenMOOC y un espacio para que la comunidad pueda contribuir con parches o dar retroalimentación para la mejora del sistema. Además de lo anterior, se tiene una cuenta en la red social twitter para la consulta de noticias y actualizaciones. Sin embargo la participación de la comunidad no ha sido mucha en el último año.

Según la página oficial de la plataforma, esta cuenta con soporte para *Learning Analytics*, pero no se encontró documentación al respecto.

4.2.3. Open edX (<https://open.edx.org/>)

Es una plataforma para la creación, entrega y análisis de MOOC. Fue creada por Harvard y el MIT pero diferentes instituciones reconocidas han contribuido a su desarrollo, entre ellas: Universidad de Berkeley, Universidad de Boston, Universidad Nacional Australiana, Universidad de Texas, Universidad Princeton, la UBC, Universidad de Paris-Sorbonne, entre otras. Actualmente también cuenta con el apoyo de Google.

Open edX está desarrollada en Python (con Django como el *framework* de aplicaciones), HTML, CSS y JavaScript. Utiliza el sistema de gestión de base de datos MongoDB o MySQL.

Actualmente, Open edX se encuentra disponible en su versión Fullstack (versión de producción diseñada para el despliegue de todos los servicios de EDX en un único servidor) y Devstack (versión simplificada del Fullstack, diseñada para facilitar el desarrollo de la plataforma de forma local). Algunas de las herramientas que incluye esta plataforma son:

- **Open edX Studio:** es la herramienta que permite construir cursos, es decir, crear su estructura y agregar el contenido incluyendo: problemas, videos y otros recursos para los estudiantes.
- **Open edX LMS:** es la herramienta que los estudiantes utilizan para acceder a los contenidos de los cursos. Además de los contenidos del curso, los problemas y la oportunidad de comprobar el progreso individual, esta herramienta ofrece foros de discusión y wikis para todos los usuarios. Incluye una sección exclusiva para profesores con el objetivo de que puedan elaborar informes y gestionar un curso
- **XBlocks:** es una componente de la arquitectura de Open edX, que permite agregar diferentes elementos o funcionalidades a un curso según la necesidad. Una persona puede crear XBlocks y agregarlos en cualquier instancia de la plataforma. Estos pueden representar componentes pequeños como problemas o cadenas de texto, hasta grandes estructuras como lecciones, secciones o cursos enteros.
- **Módulo Insights:** es una herramienta en desarrollo, que permite el acceso a datos recogidos en los cursos para mostrar gráficos y estadísticas resumen.
- **ORA2:** es el prototipo inicial del módulo de evaluación y calificación por pares.
- **CS Comments Service:** es una aplicación de Ruby que soporta los foros de discusión. Incluye la funcionalidad de votaciones y validación de comentarios.

Open edX cuenta con buena documentación, disponible en el sitio docs.edx.org o en el repositorio de Github. En estos sitios, se encuentran disponibles las guías completas del sistema que son actualizadas constantemente a medida que se añaden nuevas funciones. La comunidad de Open edX es numerosa y cuenta con grupos diferentes de Google para hacer preguntas y participar en debates entre usuarios y los miembros de EDX.

Esta plataforma cuenta con herramientas básicas de análisis que permite a un estudiante conocer su progreso individual y los resultados de sus evaluaciones. Actualmente, está en desarrollo la extensión ANALIZE de la UC3M [18], de la cual se encuentra disponible una versión BETA que ofrece nuevas visualizaciones como: ver calificaciones clasificadas (excelente, bueno, falló), el tiempo dedicado distribuido por actividades del curso, tiempo dedicado a contenidos (ejercicios capítulos o evaluaciones), tiempo de visualización de video. Permite a los profesores ver las calificaciones de todo el curso o de individualmente, y el tiempo dedicado a las actividades por cada uno.

4.2.4. Lernanta (<https://www.p2pu.org>)

Es una plataforma para la gestión de MOOC, que brinda soporte al sitio web P2PU (Peer to Peer University) considerada una comunidad de aprendizaje sin ánimo de lucro, y que facilita el aprendizaje entre pares. Se ha desarrollado con base al código del proyecto Batucada de la fundación Mozilla. Permite la creación de cursos, desafíos o grupos de estudio que ofrecen diferentes maneras para que los usuarios puedan interactuar con el material de aprendizaje, aunque cuentan con varias características y funcionalidades en común.

P2PU, inició con la el desarrollo de Lenarta en el año 2009, con la ayuda de la fundación Hewlett y Shuttleworth, y publicó el código fuente de la plataforma en julio de 2010. Está desarrollada principalmente en Python, HTML, CSS y JavaScript, utiliza MySQL como sistema gestor de bases de datos y está licenciada bajo triple licencia: MPL 1.1/GPL 2.0 / LGPL [64].

Lernanta, cuenta con una buena documentación que está disponible en su repositorio de Github (<https://github.com/p2pu/lernanta>) y que cuenta con los datos básicos de instalación desarrollo, pruebas, entre otros. La comunidad estuvo bastante activa durante el 2011, pero ha ido decreciendo a través de los años [67].

No cuenta con soporte para Learning Analytics.

4.2.5. Course Builder (<https://code.google.com/p/course-builder/>)

Es una plataforma experimental creada por Google, con el fin de incursionar en el mercado de las plataformas que ofrecen cursos MOOC. El primer curso ofrecido fue “Power Searching with Google”, lanzado en 2012, que contó con la inscripción de 150.000 estudiantes. A partir del éxito de ese curso, Google publicó el código fuente de su plataforma, en septiembre de ese mismo año, bajo la licencia Apache 2.0. Cuenta con una buena documentación pero con una comunidad que actualmente no está muy activa.

Course Builder debe ser instalado en los servicios de *hosting* de aplicaciones en la nube de Google (Google App Engine), lo que permite que su puesta en funcionamiento sea más rápida que en los otros sistemas analizados. Sin embargo, es un inconveniente para aquellos que quieran alojar los MOOC creados

en sus propias instalaciones y servidores (por privacidad, seguridad, comodidad o ahorro de costes) [64].

Para el desarrollo en esta plataforma se debe tener los conocimientos de programación en los lenguajes Python, HTML JavaScript y en el manejo de Google App Engine SDK para Python.

A pesar del esfuerzo en el desarrollo de Course Builder y las publicaciones de nuevas versiones de la plataforma, es notable que en 2013 Google decidiera unirse al equipo de EDX para desarrollar conjuntamente la plataforma Open edX [68].

En 2013, UC3M desarrolló una versión inicial de una extensión de Learning Analytics para Course-Builder que ofrecía visualizaciones de los resultados de las evaluaciones de los estudiantes: porcentaje de evaluación completada, porcentaje de éxito por pregunta, entre otros. Posteriormente decidieron migrar hacia la plataforma Open edX al ver el potencial que mostraba frente a otras plataformas y debido a que Course-Builder comenzó a quedarse en el camino.

4.2.6. Actividad de los repositorios de las Plataformas MOOC

En [64] se realizó un estudio para conocer el grado de actividad de diferentes plataformas MOOC, analizando los repositorios de las mismas y con el apoyo de la herramienta Gitstats. El estudio fue ejecutado teniendo en cuenta los datos desde la creación de la plataforma hasta el 23 de julio de 2013, y desde esa fecha hasta el 21 de febrero de 2014.

Dicho estudio encontró que en el año 2013 la plataforma EDX fue la más destacada (541.643 comentarios), seguida de la plataforma Lernanta (320.000 comentarios) y OpenMOOC (116.000). Por otro lado, Course Builder fue la que registró un mayor número de comentarios por día pero la que menos comentarios tiene por día de vida de proyecto. Esto se debe al carácter cerrado de la plataforma que, si bien está bajo licencia Apache, tiene un núcleo de desarrollo centrado en empleados de Google. A pesar de esto, Course Builder junto a Open edX mantuvieron un buen ritmo de actividad mientras que en Lernanta y OpenMOOC disminuyó significativamente

El estudio realizado en 2014, mostró que la actividad de la comunidad en Lernanta y Open MOOC disminuyó significativamente y en el caso de Course Builder, el descenso en la actividad era de esperarse debido a la decisión de Google de unirse al equipo trabajo de EDX (las únicas entradas en el repositorio de Course Builder tiene que ver con tareas de mantenimiento). Por otro lado, aunque la actividad de Open edX durante ese año bajó, el ritmo de comentarios por día siguió manteniendo un buen ritmo y una gran distancia entre su actividad y la actividad de las otras plataformas. Esto califica a Open edX como la plataforma MOOC con la comunidad más activa y grande entre estas plataformas.

4.3. Análisis y selección de la plataforma

La información presentada en la sección 4.2 permitió realizar un análisis de las plataformas MOOC de código abierto más relevantes en la actualidad. Este análisis tiene como objetivo brindar las pautas para tomar la decisión sobre qué plataforma utilizar en el desarrollo del prototipo de este trabajo de grado.

En la tabla 4.1 se presenta un resumen, con la información relevante de las plataformas que hacen parte de este análisis y teniendo en cuenta los criterios de selección:

Criterio	Plataforma				
	Moodle	OpenMOOC	Open edX	Lernanta	Course Builder
Lenguaje	Ajax, PHP	Python, PHP	Python, HTML, CSS, JavaScript	Python, HTML, CSS, JavaScript	Python, HTML, CSS, JavaScript
Curva de aprendizaje	Moderada	Moderada	Mínima	Mínima	Mínima
Documentación	Muy buena	Regular	Muy Buena	Buena	Buena
Licencia	Publica GNU	Apache 2.0	AGLP	MPL 1.1/GPL 2.0 / LGPL	Apache 2.0
Actividad de la comunidad	Alta	Baja	Alta	Baja	Moderada
Permite implementar MOOC	Hasta 10 mil usuarios [66]	Si*	Si*	Si*	Si*
Requisitos	Si*	Si*	Si*	Si*	Si*
Soporte actual para LA	Estadísticas básicas	No tiene	Herramienta de LA básica	No tiene	Estadísticas básicas

(* "Si" en alguno de los campos indica que la plataforma cumple con el criterio)

Tabla 4.1: Información de las plataformas para cada criterio de selección

Se considera una curva de aprendizaje mínima para los lenguajes Python, HTML, CSS y JavaScript, debido a que el equipo de desarrollo cuenta con cierta experiencia y dominio de dichos lenguajes de programación. Por otro lado, a pesar de que el lenguaje PHP se considera de rápido aprendizaje, el equipo de desarrollo no cuenta con experiencia en ese lenguaje de programación y esto hace considerar su curva de aprendizaje superior a la de los lenguajes Python, HTML, CSS y JavaScript.

A la vista de los resultados presentados se puede ver que cada una de las plataformas tiene características o funcionalidades que las hace destacar frente a las otras y son las necesidades o requisitos del proyecto lo que pueden definir cuál utilizar. Para este trabajo de grado y teniendo en cuenta la información expuesta en este capítulo, se concluye lo siguiente:

- Course Builder es descartada debido a las limitaciones que existen en su desarrollo (el núcleo de desarrolladores de ciñe a empleados de Google en un 99 %) y a la decisión de Google de poner mayor atención en la plataforma de EDX que en la propia (esto puede indicar que se ve mayor potencial en Edx).
- A pesar de que la documentación es buena y la curva de aprendizaje es mínima, Lernanta, no ha prestado atención a la escalabilidad de la plataforma y como actualmente no cuenta con una comunidad activa no se hace recomendable su uso [64].
- OpenMOOC, además de no tener una comunidad actualmente activa, no cuenta con una muy buena documentación lo que implica que se pueden tener errores en el desarrollo y posiblemente no obtener solución o ayuda alguna ante ello. Por otro lado, al estar desarrollado en PHP, su curva de aprendizaje de considera superior a las otras plataformas.

- La dificultad de elegir la plataforma Moodle, es que no está diseñada para la implementación y despliegue de MOOC. Aunque admite una gran cantidad de estudiantes, si se piensa que en un futuro el objetivo es ofrecer cursos MOOC propiamente dichos (cursos masivos y abiertos), esa cantidad de usuarios puede no ser suficiente. Por otro lado, se debe tener en cuenta que la curva de aprendizaje se considera “moderada” porque está desarrollada en PHP.
- En el caso de Open edX (junto a OpenMOOC), es la que ofrece la posibilidad de evaluación por pares y autoevaluación de tareas que son características importantes para los MOOC [64]. Además, según la tabla 4.1, es evidente que es la plataforma que cumple de mejor manera con los criterios de selección.

De acuerdo a lo anterior, la plataforma que se puede considerar como la mejor opción de acuerdo a los criterios de selección, es Open edX. Además de lo anterior, una de las notables ventajas de la plataforma es la arquitectura que favorece la interoperabilidad y reutilización de recursos y la hace altamente flexible. Esto es gracias a los componentes Xblock, que pueden ser integrados directamente en cualquier instancia de EDX y permiten ampliar la funcionalidad de la plataforma de una manera fácil y óptima según las necesidades de un proyecto en particular.

Capítulo 5

Construcción del prototipo software y Desarrollo del estudio de caso.

En este capítulo se presenta el resultado de las actividades correspondientes a la construcción del prototipo software para la adaptación de un proceso de aprendizaje. Como resultado del objetivo 1, tal y como se expone en el capítulo 3, se debe implementar el análisis adaptativo. Así mismo, de acuerdo a los resultados del capítulo 4, el estudio de caso se diseñó de tal forma que pueda ser ejecutado en una instanciación personalizada de la plataforma Open edX. Inicialmente se presentan las consideraciones para la implementación del análisis adaptativo y la metodología para el desarrollo del prototipo. A partir de esta información, se describe el diseño y la construcción del prototipo.

Finalmente se presentan los escenarios en los que se puso a prueba el prototipo desarrollado, sus resultados y el respectivo análisis.

5.1. Definición y descripción del modo de implementación del Análisis Adaptativo

Este trabajo trata de una aproximación a la construcción de un prototipo que permita realizar la adaptación de un proceso de aprendizaje en la plataforma Open edX mediante el análisis adaptativo, uno de los tipos de análisis de Learning Analytics.

El análisis adaptativo permite realizar ajustes a un proceso de aprendizaje por medio de la adaptación de contenidos o actividades, según el modelo curricular, el nivel de conocimiento de los individuos y dificultad de los objetos de aprendizaje, y mediante el uso de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos.

Actualmente, existe una discusión permanente sobre las semejanzas y diferencias de los estilos cognitivos y de aprendizaje. Una de las definiciones más relevantes y citadas en varias fuentes es la propuesta por Keefe (1988). Para él: “Los estilos de aprendizaje son rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo los discentes perciben, interrelacionan y responden a sus ambientes de aprendizaje”.

En [72] se presenta un análisis completo de las definiciones y los conceptos manejados por diferentes autores en donde se concluye que los estilos de aprendizaje son condiciones internas (en las que influyen las configuraciones cognitiva y afectiva) y externas que posee el sujeto (el medio, ambiente o contexto),

que caracterizan su actuación al interactuar con el objeto de estudio. En estos términos, se seleccionan los estilos de aprendizaje para hacer la adaptación del proceso de aprendizaje, considerando que estos engloban el término “estilo cognitivo”.

Ahora bien, existen varios enfoques que proponen un modelo de estilo de aprendizaje basándose en diferentes criterios. Estos modelos brindan un camino para mejorar la enseñanza en cursos presenciales y de forma similar en los virtuales, analizando la forma como aprenden los estudiantes. De esta manera, los profesores pueden diseñar sus cursos de acuerdo a las preferencias de los estudiantes y brindar herramientas para que estos puedan obtener mejores logros a través del proceso de aprendizaje. Para Thomson (1986), “la aplicación en el aula de los estilos de aprendizaje constituye el camino más científico que conocemos para individualizar la instrucción”.

Algunos de los modelos más conocidos son: Modelo de Felder y Silverman, Modelo de Kolb, Modelo de Honey y Mumford, Modelo VARK o de Fleming y Mills y el modelo de Gardner. En la Tabla 5.1. Comparativa de estilos de aprendizaje., se mencionan los perfiles que consideran cada uno de los modelos y el criterio en el que basan su clasificación:

Modelo de estilo de aprendizaje	Criterio	Perfiles
Modelo de Felder y Silverman	Según cómo percibe y procesa información (categorías bipolares)	Activo/Reflexivo Sensorial/Intuitivo Visual/Verbal Secuencial/Global
Modelo de Kolb	Según el modo de procesar información	Acomodador Divergente Asimilador Convergente
Modelo de Honey y Mumford	Según el modo de procesar información y aplicar conocimientos.	Activo Reflexivo Teórico Pragmático
Modelo VARK (Fleming y Mills)	Según la preferencia del sistema de representación de la información	Visual Auditivo Lector/Escritor Kinestésico
Modelo de Gardner	Según el tipo de inteligencia	Lógico-Matemático Lingüístico-Verbal Corporal-Kinestésico Espacial Musical

Tabla 5.1: Comparativa de estilos de aprendizaje.

Estos modelos se enfocan, ya sea en la selección de información (modelo VARK), el procesamiento de la misma (modelo Kolb, Gardner y Felder y Silverman) o en la forma de emplear lo que se ha procesado (modelo Honey y Mumford). Según Cazau P. (2001), la clasificación anterior se basa en el proceso continuo

del manejo de la información, porque el uno da como resultado lo otro, él lo explica así: “Por ejemplo, el hecho de selecciona información visualmente, afectará la manera de organizarla o procesarla” [72].

Debido a que no se encontraron publicaciones sobre la implementación de Análisis Adaptativo bajo el concepto de los estilos de aprendizaje, y teniendo en cuenta que el primer paso en el manejo de información dentro de un proceso de aprendizaje es la selección de información (posteriormente se procesa y se utiliza), se eligió el modelo VARK para la implementación del prototipo. En trabajos futuros se puede realizar la implementación de otros modelos que abarquen las otras opciones del manejo de la información.

El Modelo VARK, es desarrollado por Neil Fleming y Collen Mills, útil para determinar las preferencias de las personas al procesar y elaborar información durante los procesos de aprendizaje, según su preferencia en la modalidad sensorial. Los autores aseguran que “las personas reciben información constantemente a través de los sentidos y que el cerebro selecciona parte de esa información e ignora el resto”. Es una herramienta útil para que los profesores puedan brindar los contenidos o herramientas necesarias para que estos reciban la información de la mejor manera de acuerdo a su perfil.

Este modelo considera cuatro estilos de aprendizaje (modalidades): Visual, Aural, Lectura/Escritura (Red/Write) y Kinestésico; cada uno con diferentes herramientas o estrategias de aprendizaje sugeridas, como las que se mencionan en la Tabla 5.2.

Modalidad	Preferencia	Herramientas que puede utilizar
Visual (V)	Maneras gráficas y simbólicas de representar la información	Videos, mapas conceptuales, diagramas, modelos, cuadros sinópticos, animaciones computacionales, transparencias, fotografías e ilustraciones.
Aural (A)	Escuchar información	Lectura guiada y comentada, exposiciones orales, conferencias, dictado, instrucciones verbales, repetición de sonidos, debates y discusiones, leer en voz alta,
Lectura/Escritura (R)	Información impresa en forma de palabras	Lecturas, manuales, instrucciones escritas, resúmenes, síntesis de textos, Manuales, composiciones literarias, bitácoras y reportes.
Kinestésico (K)	Experiencias y prácticas, ya sea real o simulada.	Laboratorios, ejemplos, aplicaciones reales, simulaciones o animaciones, algoritmos, juego de roles y dramatizaciones

Tabla 5.2: Preferencias y estrategias sugeridas para cada estilo de aprendizaje del modelo VARK [74]

5.2. Consideraciones para el prototipo

El estudio de caso parte del ofrecimiento de un curso a través de un entorno virtual de aprendizaje (Open edX) donde los estudiantes pueden interactuar con diferentes tipos de recursos, de acuerdo al modelo

VARK. Dentro de éste, se debe realizar un análisis de las interacciones de cada estudiante con los tipos de recursos para así poder adaptar el curso a las necesidades individuales según el estilo de aprendizaje de cada uno.

Para poder observar los beneficios que aporta la aplicación de los tipos de análisis de *Learning Analytics* (en este caso del análisis adaptativo) en un entorno virtual de aprendizaje, se debe tener un grupo de referencia que permita realizar una comparación y analizar si en verdad se obtiene alguna ventaja.

Por lo tanto, se diseñan los siguientes escenarios:

- El primero debe servir de referencia, mostrando cualquiera de los tipos de recursos a los estudiantes, sin flexibilidad (oportunidad de elegir el tipo de recurso), sin tener en cuenta sus preferencias y no realizando ningún tipo de adaptación en el proceso de aprendizaje.
- El segundo, debe mostrar cualquiera de los tipos de recursos a los estudiantes, brindándole la posibilidad de elegir qué tipo de recurso, verlos todos si así lo desea y dedicar el tiempo que quiera a cada uno. Sobre estos datos se debe realizar un análisis para que según esa información se pueda realizar la adaptación.
- Se puede diseñar un tercer escenario que permita mostrar los contenidos de acuerdo al resultado de modelo VARK, para verificar si la forma en cómo se define el perfil de un estudiante mediante el cuestionario realmente sirve para identificar las preferencias de cada estudiante respecto a la presentación del recurso.

Con lo anterior se puede obtener buena información para definir si realmente existen beneficios en la adaptación que *Learning Analytics* puede realizar a través de los estilos de aprendizaje.

5.3. Aproximación Metodológica [75]

Para el desarrollo del prototipo de la aplicación se optó por el uso de AUP (*Agile Unified Process*), porque ofrece características ágiles que conllevan a entregar un producto funcional dentro de los términos de tiempo esperados y a su vez utiliza los artefactos y disciplinas para tener una aplicación bien documentada y no exhaustiva.

AUP [75], creado por Scott Ambler, es una aproximación de modelado híbrida resultado de la combinación de RUP (Rational Unified Process) con las metodologías ágiles, y considerado como un *framework* sólido que puede aplicarse a un proyecto software (largo o corto). Las metodologías ágiles proporcionan valores, principios y prácticas a AUP y el manifiesto ágil [76] refleja cuáles son estos principios y valores (Ver ANEXO A).

En la Figura 5.1 se puede observar el ciclo de vida de AUP.

AUP es un proceso iterativo incremental que consta de siete disciplinas y cuatro fases.

5.3.1. Fases de AUP

Las Fases del AUP se implementan en serie a lo largo del proyecto. Estas se describen a continuación:

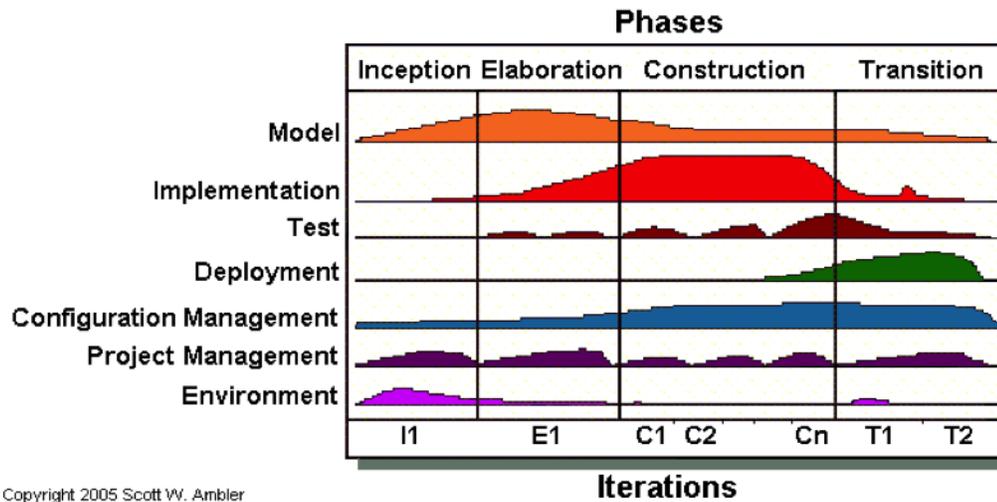


Figura 5.1: Ciclo de vida de AUP [75]

- **Inicio:** en esta fase se define el alcance del proyecto, la estimación de costos y calendario, definición de riesgos, la determinación de la factibilidad del proyecto y la preparación del entorno del proyecto
- **Elaboración:** se realiza el modelado del sistema y arquitectura y se elabora un prototipo de las interfaces de usuario. El único entregable obligatorio de esta fase es el modelo de casos de uso.
- **Construcción:** el objetivo es construir el software de forma incremental.
- **Transición:** se enfoca en liberar el sistema a producción. Se deben dar a conocer los defectos que se encuentren y al finalizar el producto debe estar terminado.

5.3.2. Disciplinas de AUP

Las disciplinas de AUP se ejecutan de forma iterativa, variando las actividades que se realizan entre cada una de las iteraciones. Las disciplinas son:

- **Modelado:** busca entender el dominio del problema y determinar una solución viable. Se considera una parte importante de AUP pero no domina el proceso, es decir, no es necesario escribir mucha documentación; sólo lo que se considere adecuado o “lo suficientemente bueno” para una situación en particular.
- **Implementación:** el objetivo de esta disciplina es transformar el modelo en código ejecutable y para llevar a cabo un nivel básico de pruebas.
- **Pruebas:** el objetivo de esta disciplina es llevar a cabo una evaluación objetiva de la aplicación desarrollada para garantizar la calidad. Esto incluye encontrar defectos, validar que el sistema funciona tal y como fue diseñado y verificar que se cumplan los requisitos.
- **Despliegue:** el propósito de esta disciplina es asegurar que la aplicación desarrollada esté disponible para el usuario final
- **Gestión de la configuración:** tiene como objetivo controlar los productos de trabajo del proyecto y su manejo con el tiempo, es decir, administración del cambio.

- **Gestión del proyecto:** consta de la dirección de actividades durante el proyecto; incluye la gestión de riesgos, gestión de personal y coordinación de agentes externos con el fin de asegurar una adecuada liberación del producto y que esté dentro del presupuesto
- **Ambiente:** es una disciplina de apoyo que tiene como objetivo soportar el proceso con el fin de que se lleve de una manera adecuada, es decir, que se apliquen las normas y directrices y que las herramientas hardware estén disponibles para el uso del equipo.

Como se había mencionado anteriormente, para el desarrollo del prototipo se van a utilizar las disciplinas técnicas de AUP, es decir: modelado (sección 5.4), implementación (sección 5.5), pruebas (sección 5.6) y despliegue (sección 5.7).

5.4. Modelado

Una vez definido el modo de implementación del análisis adaptativo, se procedió a realizar el modelado del prototipo. Esta sección incluye la lista de requisitos, el modelo de casos de uso y la arquitectura del sistema.

5.4.1. Requisitos

Los requisitos planteados para la construcción del prototipo vienen dados por las consideraciones expuestas en la sección 5.1 y 5.2. A continuación se listan los requisitos funcionales y no funcionales para el prototipo.

5.4.1.1. Requisitos funcionales (RF)

- RF01: los usuarios pueden registrarse ingresando sus datos personales.
- RF02: los usuarios pueden iniciar sesión con su login y password.
- RF03: los usuarios pueden consultar los cursos disponibles.
- RF04: los usuarios pueden ver la información general del curso.
- RF05: los usuarios pueden inscribirse en los cursos que deseen.
- RF06: los usuarios pueden desertar de un curso en cualquier momento.
- RF07: los usuarios deben tener la opción de presentar el test VARK para determinar su estilo de aprendizaje.
- RF08: los usuarios pueden presentar una evaluación de los contenidos del curso.
- RF09: los usuarios deben tener la opción de ver los resultados de sus evaluaciones.
- RF10: los usuarios deber tener la opción de calificar un tipo de recurso.
- RF11: los usuarios deben poder cambiar el tipo de recurso de acuerdo a su deseo.
- RF12: los usuarios pueden ver el tipo de recurso de acuerdo a su resultado en el test VARK.
- RF13: los usuarios pueden ver el tipo de recurso de manera aleatoria.
- RF14: los usuarios pueden ver el tipo de recurso de acuerdo al análisis que hace el sistema respecto a qué recursos accedió anteriormente, al número de veces que abre un contenido y al tiempo que dedica a su revisión.

- RF15: profesores y administradores pueden consultar la información del perfil de los miembros del curso de forma general e individual.
- RF16: profesores y administradores pueden ver la lista de los cursos que han creado.
- RF17: profesores y administradores pueden ver los usuarios inscritos en el curso.
- RF18: profesores y administradores pueden ver los resultados de las evaluaciones de los miembros de sus cursos de forma individual o general.
- RF19: profesores y administradores pueden modificar información general de un curso (temática, instructores, módulos, lecciones, fecha inicio, fecha finalización, etc.).
- RF20: profesores y administradores pueden gestionar las unidades temáticas (ver, agregar, editar o eliminar unidades).
- RF21: profesores y administradores pueden gestionar las evaluaciones que se harán a los estudiantes (ver, agregar, editar o eliminar las diferentes preguntas).
- RF22: profesores y administradores pueden gestionar los tipos de recursos (añadir recursos, especificar URL de cada contenido, escribir título, etc.).
- RF23: profesores o administradores pueden definir si un curso tiene o no la opción de cambiar los tipos de recursos dentro de él.
- RF24: profesores o administradores pueden especificar la prioridad e importancia de cada variable involucrada en el proceso de análisis adaptativo.
- RF25: el administrador debe poder extraer la información recopilada de la base de datos para su posterior análisis.

5.4.1.2. Requisitos no funcionales (RNF)

- RNF01: el tiempo de respuesta de las solicitudes debe ser corto para que el usuario pueda disfrutar con comodidad del servicio.
- RNF02: tiene que poder adaptarse al incremento en el número de usuarios y datos.

5.4.2. Modelo de Casos de uso

El prototipo objeto de este trabajo de grado cuenta con componentes ya desarrolladas dentro de la plataforma Open edX. Entonces, para efectos del presente trabajo de grado se van a considerar cuatro tipos de funcionalidades:

- Las funcionalidades que vienen incluidas en la plataformas y que no se van a utilizar.
- Las funcionalidades que vienen implementadas en la plataforma y que se reutilizan sin ser modificadas.
- Las funcionalidades que vienen implementadas en la plataforma pero deben ser modificadas para adaptarlas a las necesidades del trabajo de grado .
- Las funcionalidades que fueron desarrolladas en su totalidad por el equipo de trabajo.

De las primeras (funcionalidades incluidas en la plataforma pero que no se van a utilizar) no se va a hacer mención en el presente documento porque no son relevantes para el objeto de estudio.

5.4.2.1. Casos de uso

Los casos de uso se obtienen de la lista de requisitos funcionales. Para una mejor lectura e interpretación, los casos de uso especificados se han dividido en 3 grupos:

- Los casos de la plataforma Open edX de funcionalidades no modificadas
 - Crear cuenta (RF01)
 - Iniciar sesión (RF02)
 - Consultar cursos disponibles (RF03, RF04)
 - Inscribir curso (RF05, RF6)
 - Presentar evaluación (RF08)
 - Consultar resultados de evaluación (RF09)
 - Consultar usuarios inscritos (RF15, RF17)
 - Consultar libro de calificaciones (RF18)
 - Gestionar evaluaciones (RF21)
 - Extraer información (RF25)
- Los casos de uso de funcionalidades modificadas (funciones incluidas en la plataforma Open edX que fueron modificados)
 - Gestionar curso (RF16, RF19, RF20, RF24)
 - Ver recurso (RF11, RF12, RF13, RF14)
 - Configurar curso (RF24)
 - Gestionar recurso (RF22)
 - Configurar componente personalizada (RF22)
- Los casos de uso de nuevas funcionalidades
 - Presentar test VARK (RF07)
 - Calificar recurso (RF10)
 - Gestionar habilitación de cambio de tipo de recurso (RF23)

5.4.2.2. Diagrama de casos de uso

En la figura 5.2 se muestra el diagrama de casos de uso del sistema.

5.4.2.3. Actores del sistema

Los actores del sistema se describen a continuación:

- **Estudiante:** es el usuario del sistema que puede tomar los cursos disponibles.
- **Profesor:** es el usuario que tiene acceso a la información de los estudiantes y que puede crear, configurar, actualizar, eliminar y publicar los cursos. Puede realizar todas funciones de los estudiantes.
- **Administrador del sistema:** es el usuario encargado de la gestión del servidor. Puede realizar todas las funciones del profesor.

NOTA: Cuando se hable de los usuarios del sistema se hace referencia al estudiante, profesor y administrador

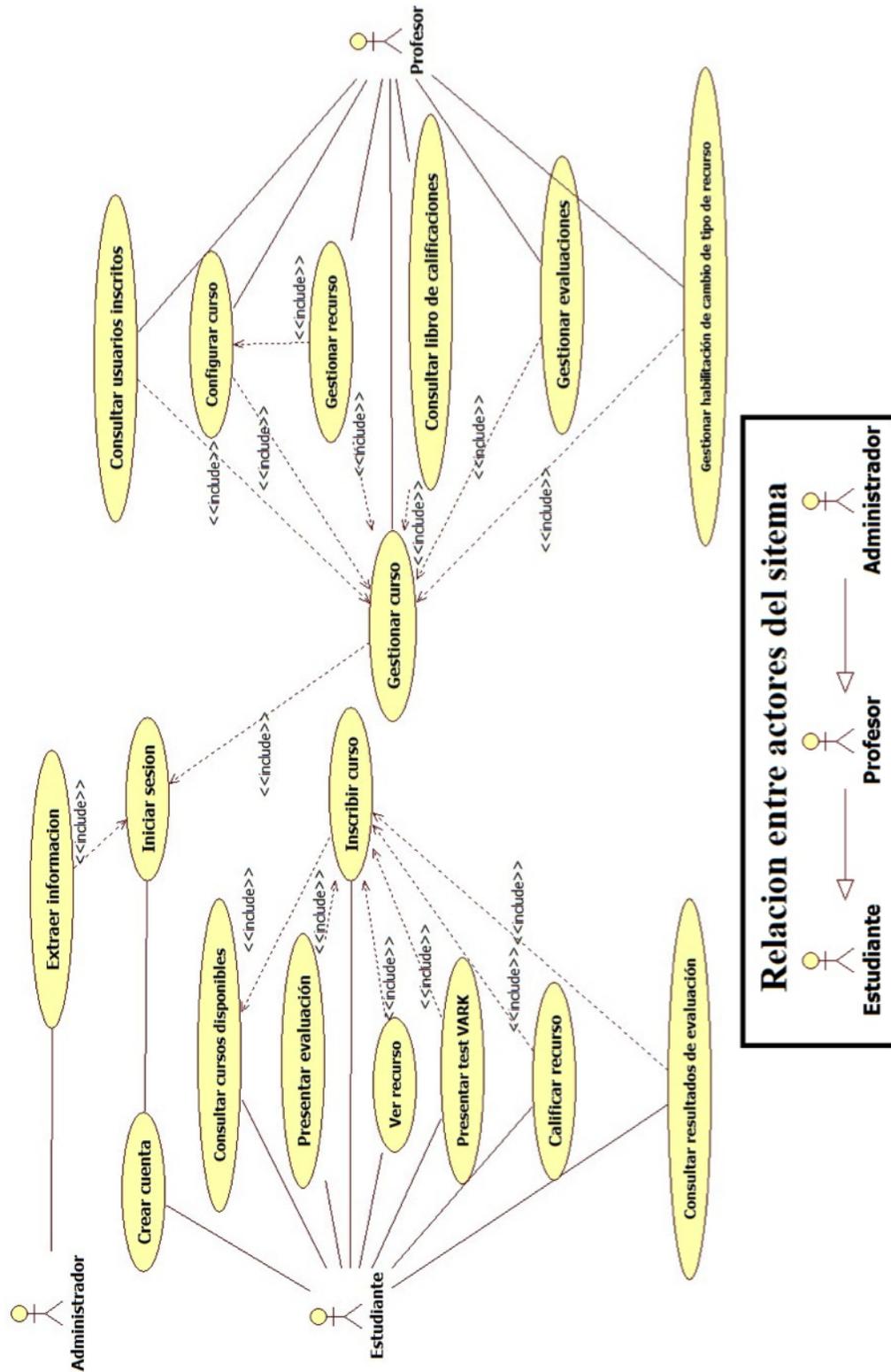


Figura 5.2: Diagrama de Casos de uso del sistema

5.4.2.4. Casos de uso extendidos

Para la especificación de los casos de uso se emplea un formato que incluye los siguientes campos [78]:

- **Caso de uso:** Nombre del caso de uso.
- **Actor:** Actores primarios y secundarios que interactúan con el caso de uso
- **Tipo:** tipo de flujo: básico, inclusión, extensión
- **Propósito:** Objetivo del caso de uso
- **Resumen:** Resumen del caso de uso
- **Precondiciones:** condiciones que deben satisfacerse para ejecutar el caso de uso
- **Flujo principal:** Flujo de eventos más importantes del caso de uso, donde dependiendo de las acciones de los actores, se continuará con alguno de los subflujos.
- **Subflujos:** Flujos secundarios que pueden ocurrir durante el caso de uso. Se numeran como (S-1), (S-2), etc.
- **Excepciones:** Excepciones que pueden ocurrir durante el caso de uso. Se numeran como (E-1), (E-2), etc.

A continuación se presenta la descripción de los casos de uso del sistema según la clasificación hecha en la sección 5.4.2.1:

Casos de uso de la plataforma Open edX de funcionalidades no modificadas

En el anexo B se presenta la especificación de los casos de uso de funcionalidades no modificadas teniendo en cuenta las funciones observadas en la plataforma cuando está en ejecución. Esto se realizó como un aporte, debido a que no se encuentra disponible la documentación de casos de uso de la plataforma Open edX.

Casos de uso de la plataforma Open edX de funcionalidades modificadas

Se presenta la especificación de los casos de uso de funcionalidades modificadas teniendo en cuenta las funciones observadas en la plataforma cuando está en ejecución y haciendo los ajustes requeridos para el objeto de estudio.

Caso de uso	Gestionar curso	
Código	CU 1	
Actor(es)	Profesor, administrador	
Propósito	Permite al actor realizar la gestión del curso	
Resumen	El actor puede crear un curso nuevo, configurarlo o modificarlo	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso “Iniciar sesión”	
Flujo principal	<p>Acción del actor</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elige la opción “Nuevo curso”. 3. Llena los campos requeridos 4. Elige la opción “Crear”. Se puede generar E-1 o E-2. 6. Se genera S-1 7. Publica el curso 10. Dependiendo de las opciones seleccionadas por el usuario, se continuará con los diversos Subflujos (S-2 y/o S-3) 	<p>Respuesta del sistema</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Muestra en la pantalla los campos para la creación del curso (nombre del curso, institución, código del curso y el periodo en el que va a correr 5. Registra un nuevo curso en la plataforma 8. Pone el curso a disposición de los usuarios 9. Muestra al usuario la lista de todos los cursos que ha creado
Subflujos	<p>S-1: Configurar estructura del curso Si elige esta opción, da paso al caso de uso Configurar curso</p> <p>S-2: Obtener información del curso Si el actor decide ver la información de un curso creado, el sistema le muestra el registro de curso de la base de datos</p> <p>S-3: Modificar información del curso El actor puede modificar los datos de creación y configuración de un curso, exceptuando el “código de curso” y el “periodo” en el cuál es ejecutado.</p>	
Excepciones	<p>E-1: Información incompleta Falta llenar información en la creación del curso. Se pide al actor que complete los datos</p> <p>E-2: Registro ya existe Ya existe el registro de un curso con el código ingresado. Se solicita al actor que cambie el código.</p>	

Tabla 5.3: Caso de uso extendido “Gestionar curso”

Caso de uso	Ver recurso	
Código	CU 2	
Actor(es)	Estudiante, profesor, administrador	
Propósito	Permitir que un actor pueda ver uno de los recursos	
Resumen	El actor puede ver un tipo de recurso de acuerdo al resultado del test VARK, de manera aleatoria o de acuerdo al análisis de sus interacciones realizado por el sistema	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso “Inscribir curso” y el subflujo “Acceder a un curso”	
Flujo principal	<p>Acción del actor</p> <p>1. Ve un tipo de recurso de acuerdo al resultado del cuestionario VARK o de forma aleatoria. Se puede generar S-1.</p> <p>7. Ve el recurso según el resultado del análisis. Se puede generar S-1</p>	<p>Respuesta del sistema</p> <p>2. Incrementa el contador de vistas al recurso</p> <p>3. Registra en la base de datos el acceso al recurso a nombre del actor</p> <p>4. Registra el tiempo de uso por parte del actor</p> <p>5. Incrementa el contador de tiempo de uso de recurso</p> <p>6. Procesa los datos para seleccionar el tipo de recurso indicado</p> <p>8. Repite los pasos 2,3,4 y 5</p>
Subflujos	<p>S-1: Cambiar tipo de recurso</p> <p>Si el actor pertenece a un curso que tiene habilitado el cambio de tipo de recurso, puede elegir qué tipo de recurso quiere ver.</p>	
Excepciones	Ninguna	

Tabla 5.4: Caso de uso extendido “Ver recurso”

Caso de uso	Configurar curso	
Código	Configurar curso	
Actor(es)	Profesor, administrador	
Propósito	Permitir a los actores configurar el curso creado	
Resumen	El actor puede realizar las configuraciones pertinentes para el curso creado por el mismo. Tiene la opción estructurar el curso como desee, pudiendo crear secciones, unidades, o añadir tipos de recursos	
Precondiciones	Se debe haberse creado un curso anteriormente	
Flujo principal	<p>Acción del actor</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elige la opción de configuración de curso 3. Se genera S-1 4. Se genera S-4 5. Se genera S-7 6. Elige la opción “Guardar cambios” 8. Publica el curso 	<p>Respuesta del sistema</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Presenta la consola de configuración del curso 7. Guarda los cambios hechos sobre el curso 9. Pone el curso a disposición de los usuarios
Subflujos	<p>S-1: Añadir sección El actor selecciona la opción de “Añadir sección” indicando el nombre y la fecha en que será publicada dicha sección. El sistema crea la nueva sección. Se puede generar S-2 o S-3</p> <p>S-2: Eliminar sección Si el actor desea, puede eliminar la sección creada</p> <p>S-3: Modificar sección El actor puede hacer modificaciones a los datos con los que creó la sección</p> <p>S-4: Añadir subsección El actor selecciona la opción de “Añadir subsección” indicando el nombre y la fecha de publicación. Se puede generar S-5 o S-6</p> <p>S-5: Eliminar subsección Si el actor desea, puede eliminar la subsección creada</p> <p>S-6: Modificar subsección El actor puede hacer modificaciones a los datos con los que creó la subsección</p> <p>S-7: Gestionar unidad Se ejecuta el caso de uso “Gestionar recurso”</p>	
Excepciones	Ninguna	

Tabla 5.5: Caso de uso extendido “Configurar curso”

Caso de uso	Gestionar recurso	
Código	CU 4	
Actor(es)	Profesor, administrador	
Propósito	Permite al actor gestionar un recurso.	
Resumen	Para añadir un recurso el actor selecciona la opción de “Añadir unidad” indicando el nombre y la fecha de publicación. Dentro de la unidad puede añadir el recurso. Posteriormente puede modificarla o eliminarla.	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso “Gestionar curso”	
Flujo principal	<p>Acción del actor</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecciona “añadir unidad” 3. Llena el campo “nombre” para la unidad 5. Se puede generar S-1 o S-2 7. Se puede generar S-3 8. Elige la componente que desee para añadirla a la unidad. Se pueden generar S-4 	<p>Respuesta del sistema</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Solicita al actor que ingrese el nombre de la unidad 4. Crea la unidad 6. Despliega las opciones que tiene por defecto para añadir componentes (Muro de discusión, texto HTML, problema o video). 9. Añade la componente a la unidad del curso
Subflujos	<p>S-1: Eliminar unidad Si el actor desea, puede eliminar la unidad creada</p> <p>S-2: Modificar unidad El actor puede hacer modificaciones a los datos con los que creó la unidad</p> <p>S-3: Añadir componente El actor añade el módulo personalizado para mostrar los contenidos de audio, video o lectura. Elige la opción de configuración avanzada, se agrega las nuevas componentes, guarda cambios y el sistema pone a disposición del actor las nuevas características.</p> <p>S-4: Configuración de componente El actor llena los campos para definir las dimensiones, las URL de los contenidos (Audio, video y lectura) y el peso de las variables para hacer el análisis</p>	
Excepciones	Ninguna	

Tabla 5.6: Caso de uso extendido “Gestionar recurso”

Casos de uso de nuevas funcionalidades

A continuación se presenta la especificación de los casos de uso de nuevas funcionalidades:

Caso de uso	Presentar Test VARK	
Código	CU 5	
Actor(es)	Estudiante, profesor, administrador	
Propósito	Permitir al actor presentar el cuestionario VARK para determinar su estilo de aprendizaje.	
Resumen	El actor responde las 16 preguntas del cuestionario teniendo en cuenta sus preferencias, para poder determinar su estilo de aprendizaje. Cada pregunta aporta valor a uno de los 4 estilos de aprendizaje (visual, auditivo, lecto/escritura y kinestésico) y al finalizar el cuestionario el perfil con mayor valor es el estilo de aprendizaje del actor.	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso “Inscribir curso” y el subflujo “Acceder a un curso”	
Flujo principal	<p>Acción del actor</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elige la opción “presentar test VARK” 3. Responde las 16 preguntas según sus preferencias 	<p>Respuesta del sistema</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Presenta al actor las preguntas del cuestionario VARK 4. Incrementa el contador de los estilos de aprendizaje (visual, audio, lecto/escritura, kinestésico) de acuerdo a las respuestas que marque el actor 5. Define el estilo de aprendizaje del actor de acuerdo al contador del estilo que obtuvo mayor puntuación. Se puede dar el caso en el que dos o más estilos tengan el mismo valor; en ese caso se asigna un estilo aleatorio según los estilos predominantes de un actor.
Subflujos	Ninguno	
Excepciones	Ninguna	

Tabla 5.7: Caso de uso extendido “Presentar test VARK”

Caso de uso	Calificar Recurso	
Código	CU 6	
Actor(es)	Estudiante, profesor, administrador	
Propósito	Permitir que un actor califique un recurso	
Resumen	El actor puede calificar un tipo de recurso de 1 estrella a 5 estrellas (siendo 1 la calificación más baja y 5 la calificación más alta) según considere.	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso “Inscribir curso” y el subflujo “Acceder a un curso”	
Flujo principal	Acción del actor 1. Elige la calificación que desea dar a un recurso 4. Se puede generar S-1	Respuesta del sistema 2. Saca el promedio de calificación que el recurso ha recibido 3. Muestra la calificación promedio del recurso
Subflujos	S-1: Cambiar calificación Un actor puede rectificar la calificación dada a un recurso, eligiendo nuevamente la cantidad de estrellas que desea dar, ya sea porque cambio de opinión o porque el recurso mejoro o empeoró.	
Excepciones	Ninguna	

Tabla 5.8: Caso de uso extendido “Calificar recurso”

Caso de uso	Gestionar habilitación de cambio de tipo de recurso	
Código	CU 7	
Actor(es)	Profesor, administrador	
Propósito	Permitir que el actor pueda cambiar o no el tipo de recurso que encuentra en una lección.	
Resumen	El actor puede configurar el curso de tal forma que sus miembros tengan la opción o no de cambiar el tipo de recurso que ven por cada capítulo.	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso “Gestionar Curso”	
Flujo principal	<p>Acción del actor</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresa al curso creado 3. Habilitar el cambio del tipo de recurso. Para eso elige la componente que active la opción. 5. Se puede generar S-1 	<p>Respuesta del sistema</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Muestra la consola de configuración del curso 4. Guarda la nueva configuración para el curso.
Subflujos	<p>S-1: Deshabilitar el cambio de tipo de recurso</p> <p>El actor puede modificar de nuevo la componente de una unidad de un curso por una que no tenga activada la opción de elegir el tipo de recurso.</p>	
Excepciones	Ninguna	

Tabla 5.9: Caso de uso extendido “Gestionar habilitación de cambio de tipo de recurso”

5.4.3. Arquitectura del prototipo [80]

Como se ha mencionado anteriormente, por el alcance del proyecto la solución desarrollada se adaptó y acopló a una plataforma de cursos virtuales existente (Open edX). Por eso, el manejo de información y por ende el modelo de base de datos es el mismo que se maneja en dicha plataforma. En la figura 5.3, se presenta el diagrama de la plataforma:

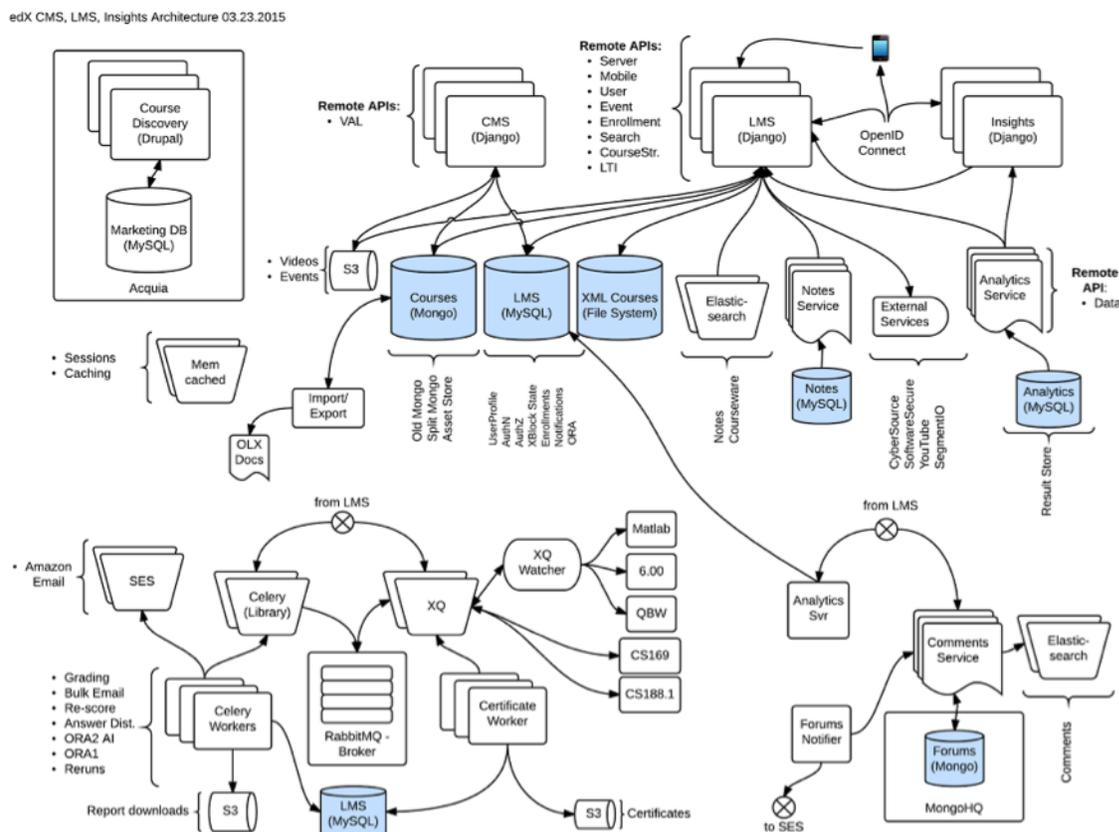


Figura 5.3: Diagrama de bloques de Open edX

NOTA: Las componentes modificadas se especifican en la sección 5.5 del presente documento.

A continuación se describen las tecnologías manejadas por la plataforma y se hace una presentación de los bloques de la plataforma Open edX que van a ser utilizados en el desarrollo del prototipo.

5.4.3.1. Tecnologías

La mayor parte del código que conforma Open edX en el lado del servidor está desarrollado en Python, con Django como entorno de aplicaciones web, utilizando plantillas Mako. [79]

El código del lado del explorador está desarrollado en su mayoría en JavaScript. Pequeñas partes están

desarrolladas en CoffeeScript, y el equipo de edX se encuentra trabajando para reemplazarlas por JavaScript.

Open edX utiliza Sass y el entorno Bourbon para el código CSS.

5.4.3.2. Componentes

- **LMS:** el LMS es la parte más visible de Open edX. Es la interfaz a través de la cual los estudiantes toman los cursos ofrecidos en la plataforma. También ofrece herramientas de monitoreo de los cursos a los instructores. La información relacionada a los cursos se almacena en una base de datos Mongo y la información de los estudiantes se almacena en una base de datos MySQL. A medida que los estudiantes avanzan en un curso, se publican eventos al Analytics Pipeline, herramienta que se encarga de recopilar, analizar y reportar dicha información para su posterior análisis por parte de los instructores y/o administrativos.
- **Studio:** Studio es el entorno para la creación de los cursos. Es utilizado por instructores para crear y actualizar los cursos. La información relacionada a los cursos se almacena en la misma base de datos Mongo utilizada por el LMS.

5.4.3.3. Estructura de los cursos

Los cursos en Open edX están compuestos por unidades llamadas **XBlocks**. Cualquier persona puede escribir nuevos tipos de XBlocks, permitiendo a los diferentes usuarios extender el número de componentes de sus cursos.

Para el manejo de información dentro de los Xblock, el Xblock-SDK permite configurar diferentes alcances (scopes) para las diferentes variables y datos que se necesitan para manejar dentro del bloque, y de acuerdo a ello son almacenadas en base de datos.

El scope de las variables está determinado por el uso que se da de ellas, de acuerdo al acceso de los usuarios y al acceso de los XBlock. Esta información se presenta más adelante, en la sección de Implementación.

5.4.3.4. API de Analytics

Aunque no se logró poner en funcionamiento este componente es importante hacer mención de ella en esta sección. Los eventos que describen el comportamiento de un estudiante son capturados por el Open edX Analytics Pipeline. Los eventos se almacenan en formato JSON en un servidor Amazon S3, se procesan utilizando Hadoop, y se almacenan en una base de datos MySQL. Los resultados se hacen públicos utilizando la REST API de Insights, que es una aplicación Django, propia de Open edX, que utilizan los instructores y administradores para explorar información que les permite conocer las acciones de los estudiantes y como se están utilizando los cursos.

Para poner en servicio el API de Analytics de Open edX, es necesario instalar y poner en funcionamiento tres componentes: el Analytics Pipeline (se encarga de hacer el proceso de recopilación de la información procedente del LMS), el Analytics API (módulo a través del cual se puede acceder a la diferente información) y el Insights (módulo que presenta la información al instructor). Además deben ponerse en ejecución de manera integrada junto al LMS. Cada uno de estos módulos tiene una serie de requisitos y de herramientas que deben instalarse de manera previa para lograr su funcionamiento. Se realizaron varios intentos de instalación de esta herramienta de análisis, pero a pesar de que se logró instalar cada una de las

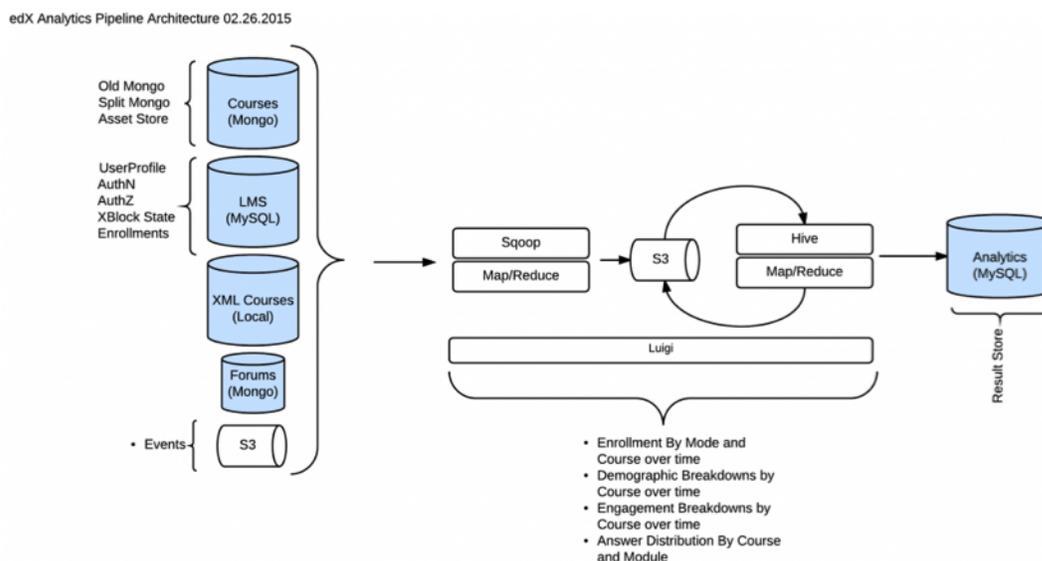


Figura 5.4: Arquitectura de *edX Analytics Pipeline*

herramientas de forma independiente, no fue posible realizar la integración de estas y el LMS. Es necesario también tener en consideración que a pesar de que hay bastante documentación sobre el API, esta no se encuentra condensada y varía de acuerdo a las diferentes versiones de la plataforma.

Por otro lado, a través del Open edX Analytics, se puede obtener información sobre el número de estudiantes inscritos en un curso y el incremento del número de estudiantes en el transcurso del tiempo, información demográfica de los estudiantes como su edad, nivel educativo y género, y datos geográficos que nos permiten conocer los países de procedencia de los estudiantes. A pesar de la gran utilidad que posee la herramienta Insights de Open edX, la información recolectada es insuficiente para el propósito del presente trabajo, por lo que fue descartada como fuente de información para el proceso de análisis adaptativo que se va a implementar.

5.4.3.5. Tareas en background

Existen varias tareas que son lo suficientemente extensas para ser llevadas por servicios en background, en lugar de ser ejecutadas en las aplicaciones web. Dichas tareas son enlistadas y distribuidas utilizando Celery y RabbitMQ. Algunos ejemplos de las tareas que se ejecutan de este modo son:

- La evaluación de cursos enteros.
- Envío de correos electrónicos masivos (con Amazon SES).
- Generar reportes de distribución de respuestas.
- Generar certificados de finalización de cursos.
- Módulos de evaluación de cursos personalizados (XQueue).

5.4.4. Opciones para extender la plataforma Open edX

Para realizar extensiones de la plataforma y adecuación a los requisitos de los diferentes usuarios que la utilizan, se encontró que hay varias opciones [81]:

- **XBlocks:** los XBlocks son pequeños componentes que los instructores pueden incluir en sus cursos. De esta manera los cursos pueden ofrecer componentes de diferentes fuentes y los cursos se construyen de manera jerárquica a partir de XBlocks. Al igual que las etiquetas HTML, los XBlocks pueden representar componentes tales como un párrafo de texto, un video, una pregunta de selección múltiple o algo mucho más grande como una sección, un capítulo o un curso entero.
- **REST APIs:** Open edX incluye un conjunto de APIs que permiten a los desarrolladores crear aplicaciones que interactúen con la plataforma edX.
- **JS Input:** se pueden incluir aplicaciones JavaScript personalizadas (también llamadas problemas JavaScript personalizados o problemas de entrada JS) en un curso. Los scripts se adicionan directamente al curso. Esta alternativa permite a los instructores mejores e interactivas formas de evaluar los resultados de los estudiantes.
- **Learning Tools Interoperability:** se pueden adicionar aplicaciones externas de aprendizaje utilizando esta alternativa.
- **Código fuente:** también se puede acceder al código fuente de la plataforma y adecuarlo a los requisitos específicos de los usuarios. Esta alternativa requiere un alto nivel de conocimiento de la plataforma edX y de todo su funcionamiento interno.

La alternativa de REST APIs fue descartada debido a que no permite la modificación de manera directa de la forma en que se presentan los contenidos a los estudiantes; es una alternativa que permite acceder a información como datos de los estudiantes de un curso, problemas de un curso, género de los estudiantes, estado de ejecución del curso, entre otros, por lo que es ideal para obtener estadísticas de un curso, pero no para el caso de este trabajo que consiste en adaptar los contenidos del mismo.

La alternativa JS Input es útil para implementar nuevas formas de evaluar a los estudiantes, pero tampoco permite adaptar los contenidos a presentar. Por otro lado, la alternativa LTI, no cumple con los requisitos del presente trabajo de grado, porque es útil en situaciones donde se requiera agregar al curso contenido de terceros, pero a pesar de esto no permite la adaptación de los contenidos.

Ahora bien, el código fuente es una alternativa viable, pero requiere de un alto nivel de conocimiento de la plataforma edX, y debido a que no se tiene acceso al diseño de dicha plataforma y las limitaciones en el tiempo de ejecución del proyecto no hace esta alternativa viable; de manera adicional, un desarrollo en el código fuente, provocaría que todos los cursos que se implementasen en la plataforma queden sujetos a las condiciones establecidas de LA adaptativo, forzando a los instructores a acogerse a los posibles cambios que se implementen en la plataforma, limitando otras funcionalidades de la misma.

Para los estudios de caso propuestos en este trabajo, se concluye que una alternativa viable para desarrollar un prototipo que permita la adaptación de un proceso formativo, es personalizar la plataforma a través de XBlocks porque permiten ejercer un control directo sobre la información que se presenta a los estudiantes y la manera en que se hace.

5.4.5. Desarrollo a través de XBlock SDK

Para crear un nuevo XBlock, se accede a una herramienta llamada XBlock SDK, esta herramienta permite la creación de un nuevo XBlock y proporciona los elementos básicos de desarrollo y prueba de los XBlocks.

El XBlock SDK consta de tres componentes principales que asisten en la creación de un nuevo XBlock:

- Un generador de nuevos XBlocks basado en una plantilla.
- XBlocks de ejemplo que pueden ser tomados como base para desarrollos propios.
- El entorno de ejecución Workbench, una rutina simple para ver y probar XBlocks en un navegador web.

Para la instalación del SDK, se tuvo acceso al repositorio del mismo donde se encuentra tanto el código como las instrucciones de cómo proceder con la instalación y el uso del mismo [82].

5.4.6. Instancias Open edX

Para crear instancias personalizadas de la plataforma Open edX se tienen dos opciones:

- **Open edX Devstack:** es una instancia pensada para el desarrollo y prueba de Open edX en entornos locales. Devstack se instala a través de una instancia Vagrant que utiliza los mismos requisitos que un entorno de producción y que requiere lanzar los servicios de Open edX de manera individual.
- **Open edX Fullstack:** a diferencia de Devstack, está pensada para ser desplegada en un entorno de producción, lanzando todos los servicios de Open edX en un solo servidor y de manera simultánea [83].

5.5. Implementación

Para este proyecto fueron utilizadas las dos instancias de Open edX. Devstack fue utilizado durante todo el proceso de desarrollo y la fase de pruebas (caso de estudio 1), y Fullstack se utilizó para la fase de despliegue (caso de estudio 2).

A continuación se realiza la descripción del proceso de construcción del prototipo.

Para que el prototipo cumpliera con los requisitos establecidos en la sección 5.4.1, se tuvo la necesidad de desarrollar dos XBlocks: el *primero* para la implementación del test VARK como referencia para determinar el estilo de aprendizaje de los estudiantes, y el *segundo* para adaptar la manera en que se presentan los contenidos del curso a los estudiantes.

El primer Xblock (Figura 5.5) está diseñado para presentar un pequeño formulario [73] de 16 preguntas que permiten determinar el estilo de aprendizaje del estudiante (basándose en el modelo VARK), y almacena los resultados en la base de datos de la plataforma. Posteriormente, se utiliza dicha información como referencia y/o como punto de partida para realizar la adaptación de los contenidos. Se tienen cuatro contadores (Figura 5.6), uno para cada estilo de aprendizaje del modelo VARK (Visual, Aural, Read/Write y Kinesthetic). Cada pregunta del test tiene cuatro posibles respuestas y cada una aumentará en una unidad el valor de uno de los contadores. Al finalizar el test, el contador con mayor valor determinará el estilo de aprendizaje del estudiante.

El segundo Xblock (Figura 5.7) se enfoca en la creación de cursos por parte del profesor desde el módulo Studio de Open edX. Este Xblock, permite al instructor realizar las configuraciones para el funcionamiento del curso, como lo son:

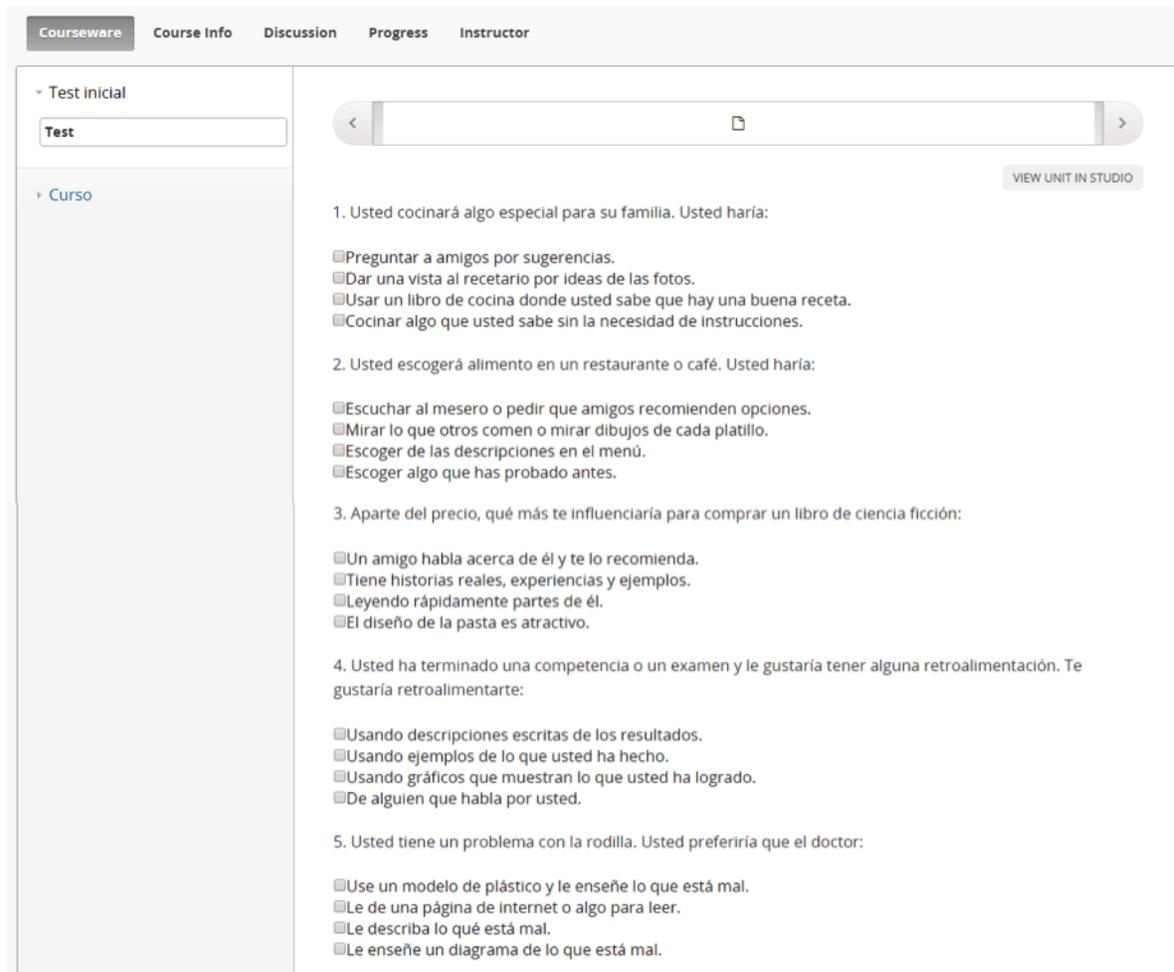


Figura 5.5: Xblock – Test VARK

1. URL del contenido visual (YouTube o Vimeo).
2. URL del contenido de lectura/escritura (PDF).
3. URL del contenido aural (mp3, mp4).
4. Grupo del caso de estudio.
5. Módulo del caso de estudio.
6. Peso del tiempo de visualización de los contenidos en el proceso de adaptación.
7. Peso del número de visualizaciones de los contenidos en el proceso de adaptación.
8. Peso del número general de visualizaciones de un contenido en el proceso de adaptación.
9. Peso del voto personal en los contenidos en el proceso de adaptación.
10. Peso del voto general en cada contenido en el proceso de adaptación.

Las opciones 1, 2 y 3 permiten configurar los contenidos para cada una de las unidades que componen el curso; cada unidad debe permitir la presentación de contenidos en cualquiera de los tres formatos: visual, aural y/o lectura. El estilo de aprendizaje Kinestésico no se implementó de manera rigurosa (según el modelo

15. Un grupo de turistas quiere aprender acerca de parques o reservas naturales en su área. Usted:

- Los acompaña a un parque o reserva natural.
- Les da un libro o folleto acerca de parques o reservas naturales.
- Les da una plática acerca de parques o reservas naturales.
- Les muestra imágenes de internet, fotos o libros con dibujos.

16. Usted tiene que hacer un discurso para una conferencia u ocasión especial. Usted hace:

- Escribir el discurso y aprendérselo leyéndolo varias veces.
- Reunir muchos ejemplos e historias para hacer el discurso verdadero y práctico.
- Escribir algunas palabras claves y practicar el discurso repetidas veces.
- Hacer diagramas o esquemas que te ayuden a explicar las cosas.

A: 0

B: 0

C: 0

D: 0



Contadores

Figura 5.6: Contadores del test VARK

VARCK) porque incorporar sus funciones dentro de la plataforma tuvo una alta complejidad. Inicialmente se pensó en incorporar Applets de Java para implementar el estilo Kinestésico, pero las normas de seguridad manejadas por Java respecto a los applets (estos deben llevar un certificado que garantice que provienen de un desarrollador conocido y que no representan una amenaza de seguridad) dificultaron su implementación. Por eso, se decidió adoptar los materiales del perfil Visual para el perfil kinestésico porque se pueden incluir animaciones y prácticas guiadas, herramientas que hacen parte del perfil en mención.

Las configuraciones 4 y 5, van acorde al caso de estudio, que se explicará en detalle más adelante.

Las configuraciones 6 a 10, permiten al instructor determinar qué variable se considera más relevante al realizar una adaptación de contenidos a través del análisis adaptativo (ver pag. 73 - expresión matemática). Esto se puede hacer al definir el peso de cada una de las variables dependiendo del estudio que se desee realizar. Por ejemplo, si el instructor considera que el *número de veces que un estudiante accede a un contenido* tiene mayor relevancia que el *tiempo de uso* que el estudiante hace del mismo, el instructor puede asignar mayor peso al primer parámetro (peso = 2) mientras que se asigna un menor peso al segundo parámetro (peso = 1); de este modo el primer parámetro tendrá el doble de influencia en la asignación del estilo de aprendizaje a un estudiante.

Cuando un estudiante accede a la plataforma, puede elegir uno de los cursos que están disponibles. Cada curso cuenta con una configuración diferente, según se requiera en el estudio de caso. Cuando un estudiante accede al curso, el Xblock realiza una asignación inicial del estilo de aprendizaje en función del grupo y el módulo en el que esté inscrito. Así mismo, de acuerdo a estos parámetros, el XBlock permite o no al estudiante seleccionar un estilo de aprendizaje diferente al que le fue asignado (figura 5.8) y verificar si la asignación del estilo de aprendizaje fue acertada o no. Tal asignación se realiza con base en los resultados VARK, al análisis adaptativo o de manera aleatoria.

El XBlock realiza un monitoreo del tiempo que el estudiante invierte en la revisión de cada recurso

The image shows a web interface titled "Editing: Vark Content" with ten configuration rows. Each row contains a label, a text input field, and an arrow pointing to a label on the right. The input fields contain the following values: "None", "None", "None", "3", "1", "1", "1", "1", "1", and "1".

Field Label	Value	Option Label
URL del video (Vimeo) Ejemplo: https://vimeo.com/46100581	None	Opción 1
Uri del PDF. La url del archivo PDF.	None	Opción 2
Uri del archivo de audio. La url del archivo de audio.	None	Opción 3
Numero de grupo al que pertenece el curso (1, 2 o 3). Numero de grupo al que pertenece el curso (1, 2 o 3).	3	Opción 4
Numero que indica el módulo en el que se está trabajando (1 o 2). Numero que indica el módulo en el que se está trabajando (1 o 2).	1	Opción 5
Peso del tiempo de reproducción de cada estudiante al momento de personalizar contenidos con LA. Peso del tiempo de reproducción de cada estudiante al momento de personalizar contenidos con LA.	1	Opción 6
Peso del número de accesos de cada estudiante a un contenido al momento de personalizar contenidos con LA. Peso del número de accesos de cada estudiante a un contenido al momento de personalizar contenidos con LA.	1	Opción 7
Peso del número de accesos de todos los estudiantes a un contenido al momento de personalizar contenidos con LA. Peso del número de accesos de todos los estudiantes a un contenido al momento de personalizar contenidos con LA.	1	Opción 8
Peso del voto de un estudiante sobre un contenido al momento de personalizar contenidos con LA. Peso del voto de un estudiante sobre un contenido al momento de personalizar contenidos con LA.	1	Opción 9
Peso del voto general sobre un contenido al momento de personalizar contenidos con LA. Peso del voto general sobre un contenido al momento de personalizar contenidos con LA.	1	Opción 10

Figura 5.7: Xblock – Contenido Vark

(Figura 5.9). Para ello se envía de manera periódica un mensaje al servidor para actualizar la información de uso. En el caso del contenido visual, lectura y kinestésico, esta actualización sólo se realiza si el contenido se encuentra en primer plano en el navegador del estudiante, de lo contrario se considera que el estudiante no está utilizando el recurso y no se actualiza dicha información. Para el contenido Aural, la actualización es continua debido a que el estudiante no tiene la necesidad de mantener el navegador en primer plano porque la revisión del material aural solo requiere que el estudiante escuche y siga las indicaciones. También se contabiliza el número de aperturas de cada recurso, de manera individual (por cada estudiante) y de forma general (por todos los miembros).

Para realizar la asignación de manera aleatoria, se utilizó una función pseudo-aleatoria nativa de Python, que entrega un número cualquiera dentro de un rango especificado. Por ejemplo, para la asignación del estilo de aprendizaje de manera aleatoria el rango es de 1 a 4.

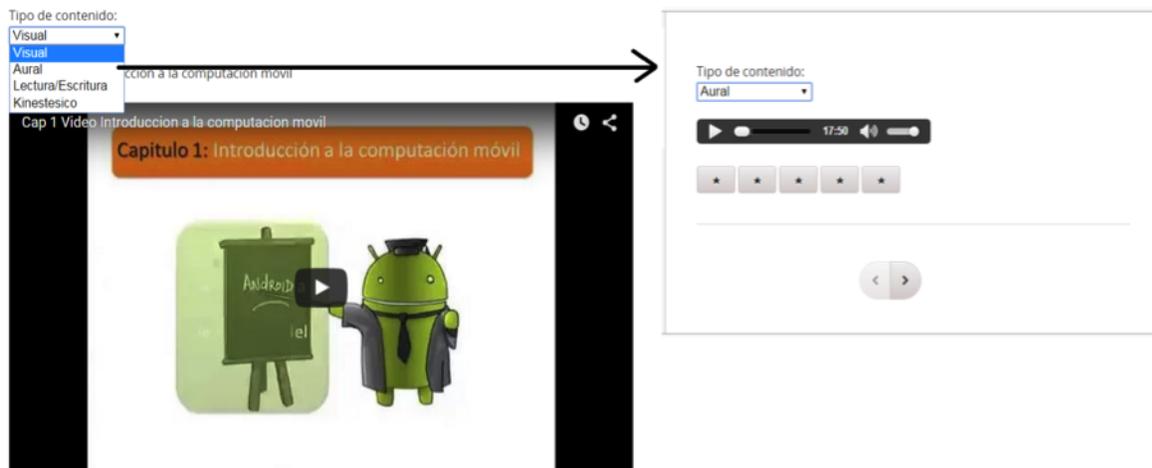


Figura 5.8: Diferentes configuraciones del Xblock



Figura 5.9: Material curso con variables de monitoreo (Número de veces que es abierto el recurso y tiempo de uso)

Para la asignación basada en el modelo VARK, se tomaron los valores obtenidos del test, y se asignó al estudiante el estilo de mayor puntuación. En caso de que la mayor puntuación sea igual para dos o más estilos, se asignará de manera aleatoria entre ellos.

Finalmente, para realizar la asignación de los estilos de aprendizaje de acuerdo a los datos recopilados implícitamente (número de veces que el estudiante abre cada contenido, número de veces que todos los estudiantes abren cada contenido, tiempo de uso individual de cada recurso, tiempo general de cada recurso, voto individual en cada recurso y voto general en cada recurso), es necesario utilizar una expresión matemática que involucre todos aquellos datos que fueron capturados de las interacciones de los estudiantes y que de acuerdo a ello determine el estilo de aprendizaje que mejor se pueda ajustar al perfil y preferencias del estudiante.

Una búsqueda previa indica que no se tienen precedentes al respecto, por lo que se hace necesario proponer una expresión que permita realizar la adaptación.

Una vez se capturen todos los datos relevantes, se requiere que todos ellos puedan tener, igual impacto sobre el proceso de adaptación, por lo que a primera instancia se piensa en normalizar las variables. Pero aquí surge un inconveniente, porque hay variables que no pueden ser normalizadas ya que no se tiene un valor máximo de referencia, como el caso del tiempo de uso de un recurso o el número de veces que este es abierto; así como un estudiante puede interiorizar todo un recurso en determinado tiempo, para otro estudiante puede ser necesario el doble de tiempo. Así pues, se propone el uso de unas constantes de “peso” para determinar la influencia de cada variable al momento de realizar el análisis adaptativo y que en base a la experiencia, el instructor pueda ajustar dichas constantes para que la adaptación sea más certera y eficiente de acuerdo a las preferencias de los estudiantes.

En este orden de ideas, para este trabajo se realizó la estimación del estilo de aprendizaje utilizando la siguiente expresión matemática:

$$VC = (nv * pnv) + (tu * ptu) + (nvg * pnvg) + (vi * pvi) + (vg * pvg) \quad (5.1)$$

Dónde:

VC: valor calculado para el estilo de aprendizaje
nv: número de visualizaciones
pnv: peso del número de visualizaciones
tu: tiempo de uso
ptu: peso del tiempo de uso
nvg: número de visualizaciones general
pnvg: peso del número de visualizaciones general
vi: voto individual
pvi: peso del voto individual
vg: voto general
pvg: peso del voto general

VC se calcula para cada uno de los estilos de aprendizaje y al estudiante se le asigna aquel estilo que haya tenido un mayor resultado. En caso de que dos o más estilos tengan el mismo valor, se asignará de manera aleatoria entre aquellos que tengan el mayor valor.

5.6. Pruebas

En esta sección se presentan los puntos a considerar para la realización de las pruebas del prototipo objeto del presente trabajo de grado. Abarcan las pruebas iniciales del prototipo desarrollado, las pruebas

piloto (Estudio de caso 1) para verificar el funcionamiento del prototipo a través de una instancia Devstack de Open edX y los resultados obtenidos a partir de dichas pruebas.

5.6.1. Pruebas iniciales

Una vez se terminó la fase de implementación, se verificó que el sistema estuviera funcionando correctamente a partir de la creación de dos perfiles de estudiante, utilizados por dos personas reales ajenas al presente trabajo, que probaron las funciones básicas de la plataforma. Cada uno de ellos realizó las siguientes acciones:

- Creación de una cuenta en la plataforma.
- Inicio de sesión en la plataforma.
- Realizar el cuestionario VARK.
- Acceder a un tipo de recurso (Audio, Video o lectura).

Cabe aclarar que no se ofreció ningún curso, ni materiales preparados por el equipo de trabajo. El objetivo de la prueba era verificar que la plataforma cumplía con las funcionalidades mínimas para una buena experiencia de usuario.

Inicialmente se dieron las indicaciones básicas para el desarrollo de las actividades. No se tuvo problema con el acceso a la plataforma, a sus funciones ni con la respuesta del servidor ante las solicitudes de los usuarios. Los dos estudiantes tuvieron una experiencia favorable al hacer uso de las funciones de la plataforma mencionadas anteriormente.

A partir de los resultados de la experiencia de los 2 usuarios, se procedió a realizar la preparación y ejecución del primer estudio de caso.

5.6.2. Preparación y ejecución del estudio de caso 1

Para validar el funcionamiento del desarrollo realizado, se puso en marcha un curso piloto que permitió observar el desempeño de la plataforma Open edX.

El primer escenario de prueba fue realizado el día 2 de Junio de 2015 y tuvo como objetivo probar la eficiencia de la plataforma en la atención a las peticiones de los usuarios, cuando se tiene a varios estudiantes conectado al mismo tiempo en el servidor. Este estudio de caso consistió en la creación de un curso corto para la asignatura presencial “Telemática” el programa de comunicación Social de la Universidad del Cauca. El curso estuvo constituido por una unidad temática y una evaluación sobre el tema “Brecha Digital”.

En esa ocasión las características del montaje fueron las siguientes:

- Montaje de una instancia Open edX Devstack.
- Montaje en un equipo con sistema operativo MacOS.
- Oferta del curso a través de una red de área local .
- Curso de una unidad temática y una evaluación.
- Activación de los estudiantes de manera manual (mediante la consola del servidor).

La ejecución del estudio de caso se llevó a cabo dentro del horario de clase y se esperaba la asistencia de 30 estudiantes aproximadamente. Aunque solo se contó con la asistencia de 11 estudiantes, se llevó a cabo la experiencia donde cada estudiante realizó las mismas acciones mencionadas en la sección anterior (sección 5.6.1).

5.6.3. Resultados

De acuerdo al desarrollo del estudio de caso se obtienen las siguientes apreciaciones:

- Se presentaron inconvenientes en el desarrollo del estudio de caso, debido a los retardos en la respuesta del LMS ante las solicitudes de los estudiantes. El sistema funcionó correctamente con 5 usuarios, pero si un sexto usuario ingresaba a la plataforma, esta colapsaba y los tiempos de respuesta eran bastante largos. Este fue uno de los problemas que necesitaba ser resuelto con mayor urgencia.
- En este estudio de caso, no se habían hecho la modificación en los XBlocks para que los datos recopilados pudieran ser extraídos. Por lo tanto, no se pueden mostrar los datos generados (perfil de los estudiantes y tiempo dedicado a la revisión del material) ni conclusiones a partir de su análisis. consola del servidor).

5.6.4. Ajustes técnicos

Basándose en los resultados obtenidos en el estudio de caso 1, se deben realizar las siguientes modificaciones:

- Se debe utilizar un servidor dedicado para configurar una instancia de Fullstack y no Devstack como se hizo en el estudio de caso 1. Esto con el fin de ofrecer un tiempo de respuesta menor, mejorar la experiencia del usuario y tener acceso a las características completas de la plataforma.
- Se deben ajustar las variables internas del Xblock para que éstas puedan ser extraídas a través de la consola de administración del servidor Django. Actualmente, Open edX sólo permite extraer los resultados de las evaluaciones. Cuando se desarrolla un Xblock, a cada variable se le debe asignar un “Scope” que determina el modo en que dicha variable será propia de un solo estudiante, de todos o de ninguna, y si deberá estar disponible para una instancia del XBlock, para todas las instancias del mismo XBlock o para todas las instancias de todos los XBlocks; de acuerdo al Scope de la variable, esta se almacena en diferentes bases de datos y su acceso varía. Por lo tanto, para poder acceder a esos datos se tuvo que elegir el Scope adecuado y hacer las modificaciones necesarias para que estuviera disponible desde la consola de Django.
- Se disminuye la frecuencia con la que se actualiza la información de tiempo de uso de los recursos a fin de disminuir el tráfico en la red y optimizar el funcionamiento del servidor
- Se oculta la información que no es relevante para los estudiantes (número de aperturas, tiempo de uso y conteo de las variables en el test VARK.
- Se ajusta el XBlock para que brinde la opción de seleccionar estilos de aprendizaje diferentes a los asignados (se unifican los contenidos HTML, y se ocultan de acuerdo a la asignación o selección del estudiante)

5.7. Despliegue

Se presenta el diseño, preparación y ejecución del estudio de caso 2 después de realizar los ajustes técnicos necesarios para corregir errores o mejorar funciones de la plataforma.

5.7.1. Diseño del estudio de caso 2

Debido a la baja concurrencia de estudiantes en el primer estudio de caso, para el segundo, se decidió ofrecer un curso abierto donde cualquier persona pueda tener acceso desde un computador con servicio de internet.

Realizada la configuración de la instancia Fullstack en el servidor, se solicitó la asignación de un dominio e IP pública para que los estudiantes puedan tener acceso a la plataforma por fuera de la red de la universidad.

Por otro lado, la temática abordada por el curso debe ser acertada y llamativa para lograr la inscripción de un número suficiente de personas y obtener resultados concluyentes. Se decidió llevar a cabo un curso sobre el **“Desarrollo de aplicaciones móviles para dispositivos Android”** por ser un tema de tendencia mundial que puede ser aplicado a varios campos (tecnología, educación, medicina, etc.), que capta fácilmente la atención de los usuarios y que es del área de experiencia del equipo de trabajo (encargados de la elaboración del material del curso).

Para cada unidad temática se diseñaron tres tipos de recursos

- Para el estilo visual se creó un video haciendo uso de imágenes, diagramas, animaciones y ejemplos prácticos
- Para el estilo aural se creó un recurso de audio mediante el cual se explica la información por medio de palabras y utilizando instrucciones verbales y dictados (para ejemplos relacionados con código java para Android)
- Para el estilo de lectura/escritura se utilizó un documento de texto, con un resumen del tema del curso (una temática por lección), manuales e instrucciones escritas.
- Para el estilo Kinestésico se utilizó el mismo recurso usado para el estilo visual debido a la dificultad de incluir un applet para que el estudiante pudiera realizar una práctica sobre el tema del curso (ver sección 5.5). Sin embargo, debido a la temática del curso, el video incluía herramientas que se pueden usar para el estilo kinestésico como explicaciones prácticas, simulaciones, ejemplos e instrucciones para que el estudiante pudiera realizar la practica en su propio equipo.

Ahora bien, para obtener datos relevantes para la investigación debe realizarse un curso más extenso que el ejecutado en el estudio de caso 1 pero considerando los límites de tiempo que tiene el presente trabajo de grado. Por lo tanto, se planearon tres minicursos con una duración de una semana y de cuatro lecciones cada uno divididas en dos módulos. Cada curso tiene una configuración diferente que permite realizar un análisis sobre las interacciones de los estudiantes, tal y como se muestra en la tabla Tabla 17.

El grupo 1, permite verificar si el perfil que detecta el Test VARK tiene correspondencia con las interacciones del estudiante que demuestran sus preferencias. En el módulo 1, se asigna un tipo de recurso según el resultado del test VARK pero se brinda la opción de seleccionar un tipo de recurso diferente al asignado e interactuar con los recursos que quiera el tiempo que lo desee. Estas interacciones son analizadas mediante Learning Analytics con el objetivo de detectar el estilo de aprendizaje del estudiante, no mediante la teoría, sino mediante sus interacciones con el sistema. De esas interacciones, con la aplicación de la fórmula planteada en la sección 5.5, se obtiene el estilo de aprendizaje del estudiante. En el módulo 2, al estudiante se le

asigna el tipo de recurso correspondiente al estilo de aprendizaje detectado por Learning Analytics pero se da la libertad de cambiar el tipo de recurso que le fue asignado.

	Módulo 1	Módulo 2
Grupo 1	Se asigna el contenido de acuerdo al test VARK	Se asigna el contenido de acuerdo a LA
	Puede seleccionar el tipo de contenido	Puede seleccionar el tipo de contenido
Grupo 2	Se asigna el contenido aleatoriamente	Se asigna el contenido de acuerdo a LA
	Puede seleccionar el tipo de contenido	Puede seleccionar el tipo de contenido
Grupo 3	Se asigna el contenido aleatoriamente	Se asigna el contenido aleatoriamente
	No puede seleccionar el tipo de contenido	No puede seleccionar el tipo de contenido

Tabla 5.10: Cursos para el estudio de caso 2

De este grupo se espera el reporte de una baja cantidad de usuarios que realicen un cambio de contenido porque en los dos módulos se tienen en cuenta sus preferencias (en el módulo 1 según la teoría y en el módulo 2 según el análisis de las interacciones). También se espera que sea el curso de mejor rendimiento.

El grupo 2 permite crear un escenario donde inicialmente se muestra un contenido al estudiante sin tener en cuenta sus preferencias, pero dando la opción de elegir qué recurso quiere ver y cuánto tiempo. Posteriormente, dichos datos son analizados y el sistema, mediante la fórmula, detecta el estilo de aprendizaje. En otras palabras, permite analizar el impacto del análisis adaptativo.

De este grupo se espera un alto índice de interacción de los estudiantes con el sistema, durante el primer módulo donde no se tienen en cuenta las preferencias de los mismos. Sin embargo para el segundo módulo donde se asigna el contenido de acuerdo a Learning Analytics se espera que no haya muchos cambios en el tipo de contenido o que el más usado sea el contenido asignado. Por otro lado se espera que los resultados de los estudiantes en el módulo 2 sean mejores respecto al módulo 1 porque se realiza la adaptación.

El grupo 3 sirve como grupo de referencia porque los estudiantes solo tienen acceso a un tipo de recurso (el asignado de manera aleatoria) y no tienen la libertad de cambiarlo por otro recurso según sus preferencias.

En este curso se espera sea el grupo con menor rendimiento porque en ambos módulos la asignación de hace de manera aleatoria sin tener en cuenta las preferencias de los estudiantes.

Para los cursos 1,2 y 3, se diseñaron unidades cortas que permitieron al estudiante aprender los conceptos fundamentales y nociones básicas sobre el desarrollo de aplicaciones móviles para dispositivos Android. El requisito es tener los conocimientos básicos de programación orientada a objetos.

El contenido planteado para el curso está compuesto por las siguientes unidades

MÓDULO 1

- UNIDAD 1: Introducción a la computación móvil
- UNIDAD 2: Introducción a Android e instalación del entorno de desarrollo

MÓDULO 2

- UNIDAD 3: Estructura de una aplicación
- UNIDAD 4: Intents

Dentro de cada módulo se hizo una evaluación sobre los contenidos vistos dentro del mismo. Las unidades 2,3 y 4 fueron diseñadas para tener una parte teórica y una práctica con el fin de crear condiciones similares en los 2 módulos.

5.7.2. Preparación para el estudio de caso

En primer lugar se realizó el montaje del servidor (Figura 5.10) haciendo una conexión directa del mismo a la red cableada de Facultad de Ingeniería Electrónica y telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, y se hizo la instalación de la instancia *Fullstack* en el servidor. Una vez, la plataforma quedo correctamente configurada se solicitó a la División de Tecnologías de la Información y la Comunicación la asignación de una dirección IP pública al servidor, para tener acceso a él desde cualquier lugar con acceso internet.



Figura 5.10: Servidor

Se puede tener acceso a la plataforma mediante una url como se muestra en la Tabla 5.11.

Componente de Open edX	URL
LMS	plantel.unicauca.edu.co:8000
Studio	plantel.unicauca.edu.co:8001

Tabla 5.11: Url de acceso al LMS y studio

En la Figura 5.11 se muestra la pantalla de inicio del LMS o plataforma de gestión de Cursos.

En la Figura 5.12 se muestra la pantalla de inicio del componente Studio que es la herramienta para la gestión de cursos y contenidos.

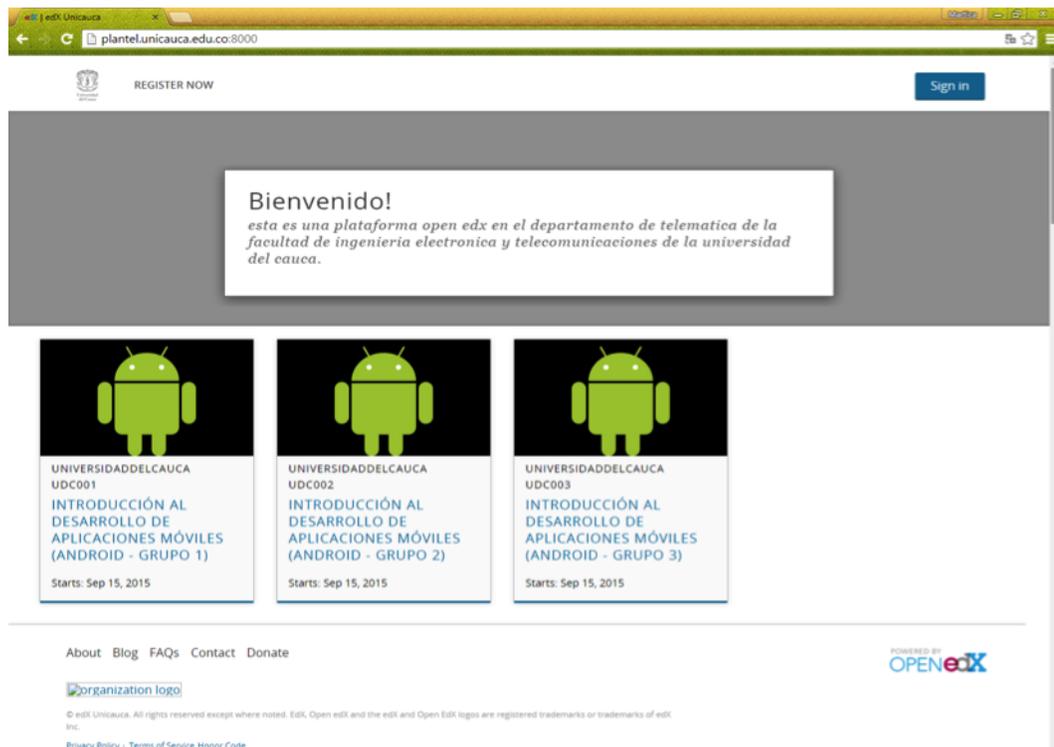


Figura 5.11: Pantalla de inicio del LMS de Open edX

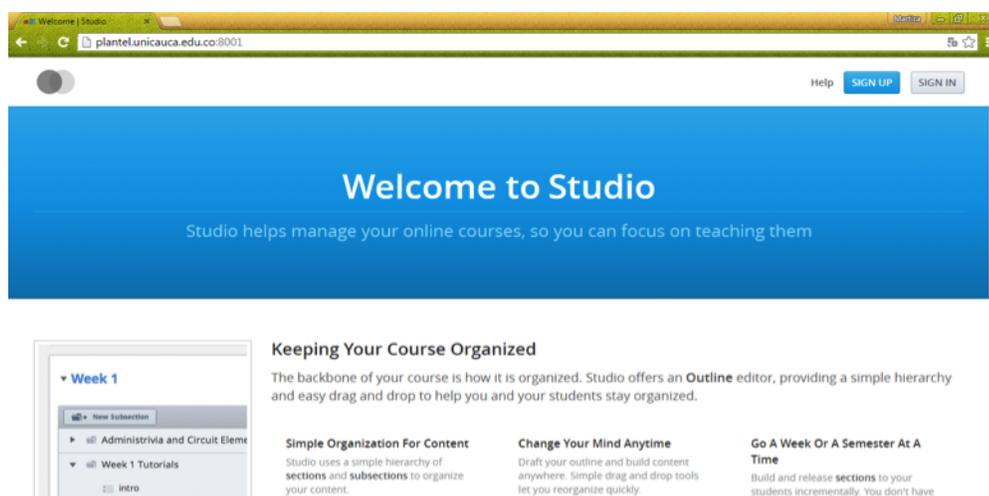


Figura 5.12: Pantalla de inicio del componente Studio

Para cada unidad temática se diseñaron tres tipos de recurso: el visual, el audio y la lectura. Para el estilo de aprendizaje kinestésico se asignó el recurso que corresponde al estilo visual tal y como se mencionó y justificó anteriormente. Cabe decir que los materiales de una misma unidad temática abarcan los mismos temas, tratados de manera diferente según el perfil.

5.7.3. Ejecución del estudio de caso 2

La etapa de ejecución del estudio de caso inició con la publicación de los cursos en la plataforma Open edX. Se realizó una convocatoria abierta a través de medios sociales y correo electrónico invitando a contactos y comunidad en general a ser partícipe del curso propuesto en la plataforma (Figura 5.13).



Figura 5.13: Publicidad del curso en redes sociales Twitter y Facebook

Al manifestar un interés en sobre el tema y el curso, se contactó a dicha persona para darle las indicaciones pertinentes y se hizo la entrega del manual de usuario correspondiente al curso (versión digital). De esta manera, se tuvo un total de 46 personas inscritas que fueron distribuidas entre los 3 grupos de manera aleatoria.

Durante el desarrollo del curso, se realizaron algunos ajustes gracias a la retroalimentación dada por algunos miembros inscritos (porciones de texto dentro de las evaluaciones que estaban escritas en inglés y tuvieron que modificarse, preguntas escritas de forma incorrecta, etc.). También se mantuvo estrecho control sobre los usuarios registrados y su rendimiento a lo largo del curso. Se presentaron algunos inconvenientes con la red de la Universidad del Cauca por falla en el servicio de internet en el edificio de ingenierías donde está alojado el servidor. Esto generó que en varias ocasiones que la plataforma quedará fuera de servicio.

5.8. Análisis y Resultados

En esta sección se presentan los datos obtenidos a partir del estudio de caso 2, y el análisis de los mismos. El curso fue iniciado por un total de 46 estudiantes, de los cuales 14 no culminaron el curso, presentando un índice de deserción del 30.43 %. Si se realiza una comparación con el índice de deserción en MOOC, que es alrededor del 90 %, se nota una disminución de deserción en este tipo de curso. Esto puede ser un indicio de que la aplicación de Learning Analytics ayudó a reducir ese índice. Sin embargo se deben realizar las pruebas para obtener resultados concluyentes al respecto.

Finalmente se puede considerar como datos válidos aquellos correspondientes a los 32 estudiantes que finalizaron el curso.

A continuación se presentan algunas visualizaciones generadas del análisis de los datos del curso:

5.8.1. Visualización de recursos

A continuación se presenta la gráfica de número de visualizaciones de los recursos por parte de cada grupo (Figura 5.14). Se observa que, como se esperaba, el grupo 2 tuvo una mayor interacción con los recursos de diferentes tipos.

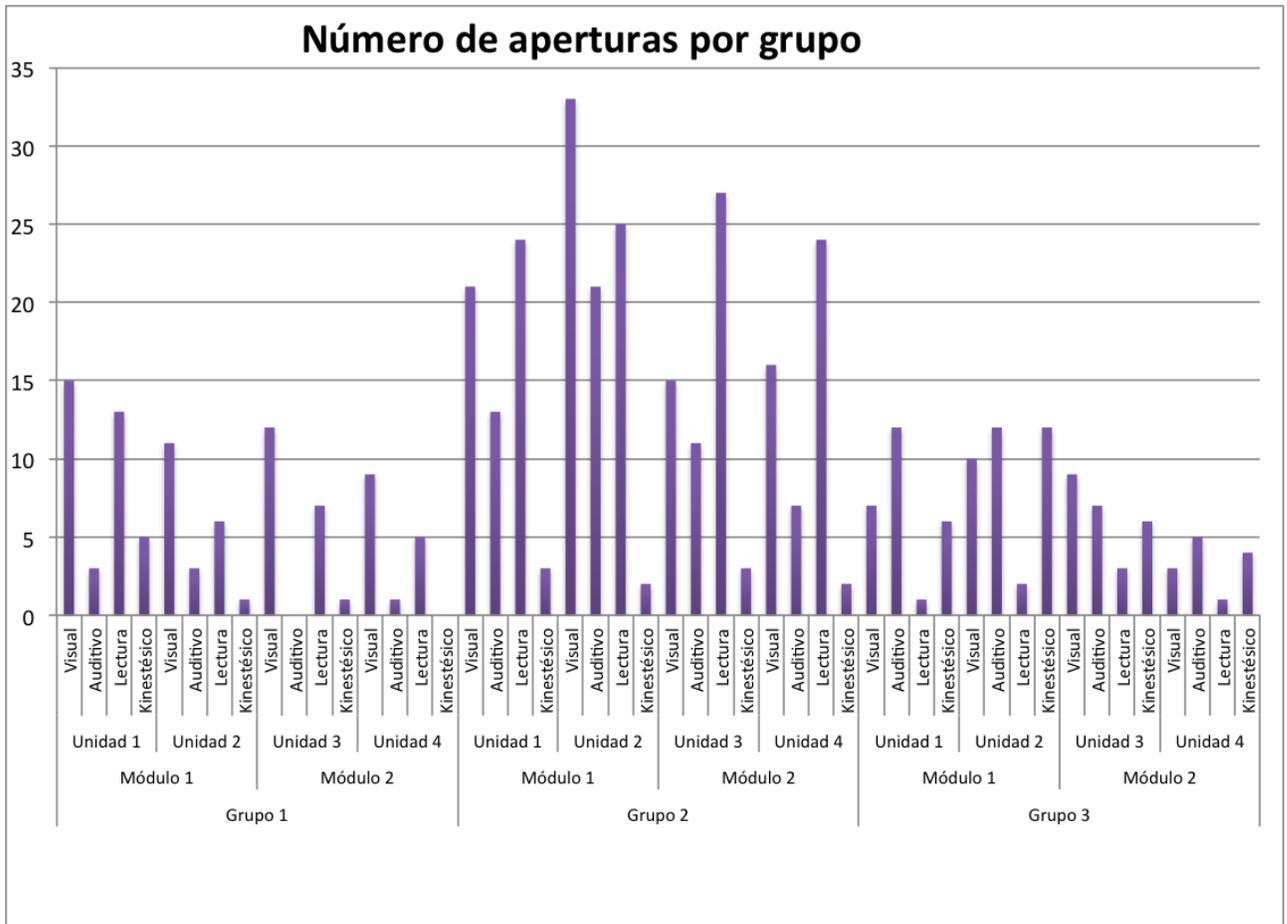


Figura 5.14: Visualización de recursos

5.8.2. Tiempo de uso de los recursos

En la Tabla 5.12 se presentan los tiempos promedio en el uso de los recursos, por cada uno de los grupos.

	Tiempo de uso de recursos (segundos)			
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Promedio total
Visual unidad 1	1289.5	1451.5	1032	1298.5
Aural unidad 1	1185	1257	1301.7	1260.2
Lectura/escritura unidad 1	460.4	976.9	990	790.3
Kinestésico 1	1189	1533	987	1212
Visual unidad 2	627.9	871	768.5	771.1
Aural unidad 2	1902	336.7	598	649.8
Lectura/escritura unidad 2	602.5	646	347	636.3
Kinestésico 2	645	778	823	759
Visual unidad 3	1421.5	409.2	1151.8	1046.7
Aural unidad 3	523	1669	749	1669
Lectura/escritura unidad 3	497.5	2073.1	531	1372.8
Kinestésico 3	1329	947	1256	1131.6
Visual unidad 4	176.7	130	1001.3	772.1
Aural unidad 4	231	1423.3	345	1423.3
Lectura/escritura unidad 4	1470	1024.4	234	1113.5
Kinestésico 4	215	145.6	865	423

Tabla 5.12: Tiempo promedio de uso de recursos

Algunos registros presentaban un tiempo de uso bastante bajo para algunos recursos. Por eso, para la obtención de los promedios de uso de los recursos fueron tomados únicamente aquellos registros que tuviesen más de 120 segundos de uso, de este modo se consideran aquellos en los que el estudiante pudo revisar alguna parte del recurso, y se descartan aquellas aperturas en las que solo por curiosidad se seleccionó un estilo de aprendizaje diferente pero se regresó al anterior, dejando tiempos de uso bastante pequeños o incluso si el estudiante por algún motivo no terminó de revisar el contenido.

En la Figura 5.15 se pueden observar la información anterior de manera gráfica.

5.8.3. Calificación de los recursos

En general, es poca la interacción de los estudiantes de cursos virtuales con la opción de calificación de contenidos. En esta ocasión, aunque no todos los estudiantes calificaron los recursos, sí hubo participación por parte de ellos y se obtuvo una calificación que va desde 3.75 hasta 5 para todos los recursos, siendo cinco (5) la nota más alta y cero (0) la más baja, como se muestra en la Figura 5.16.

5.8.4. Coincidencia del estilo de aprendizaje asignado vs. estilo VARK

De la información recopilada, se realizó una comparación entre el estilo de aprendizaje que fue asignado al estudiante (en los diferentes módulos de los cursos) y el estilo sugerido mediante la aplicación del test VARK. La información presentada en la Tabla 5.13 corresponde al total de coincidencias presentadas entre el estilo de aprendizaje asignado al estudiante y el estilo de aprendizaje que es sugerido como resultado del test VARK que se realizó a los estudiantes.

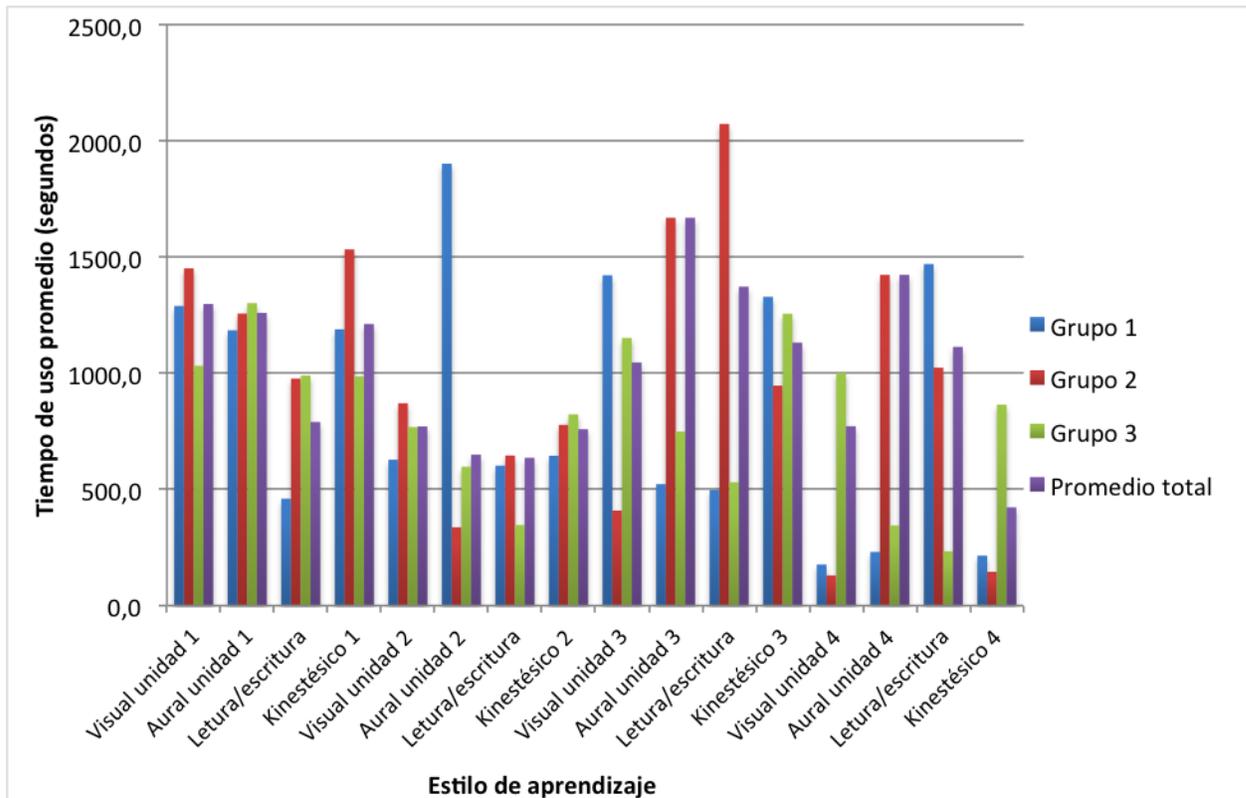


Figura 5.15: Tiempo promedio de uso de recursos

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 1	Módulo 2
No. Casos coincidentes	20	8	12	24	12	12
No. Casos no coincidentes	0	12	16	4	8	8

Tabla 5.13: Estilo de aprendizaje asignado vs estilo VARK

Por otro lado, en la Tabla 5.14 se puede apreciar esta misma información en términos de porcentaje.

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 1	Módulo 2
Casos coincidentes (%)	100	40	42.9	85.7	60	60
Casos no coincidentes (%)	0	60	57.1	14.3	40	40

Tabla 5.14: Porcentajes estilo de aprendizaje asignado vs estilo VARK

En la Figura 5.17, se presentan los datos de la Tabla 5.14 de manera gráfica. En primer lugar, se puede apreciar que el módulo 1 del grupo 1 (M1G1) tiene una coincidencia del 100 %, debido a que en ese modulo el estilo asignado a los estudiantes fue acorde a los resultados que arrojó el test VARK. En segundo lugar, los resultados del módulo 1 del grupo 2 (M1G2) y en ambos módulos del grupo 3 (M1G3 y M2G3), se

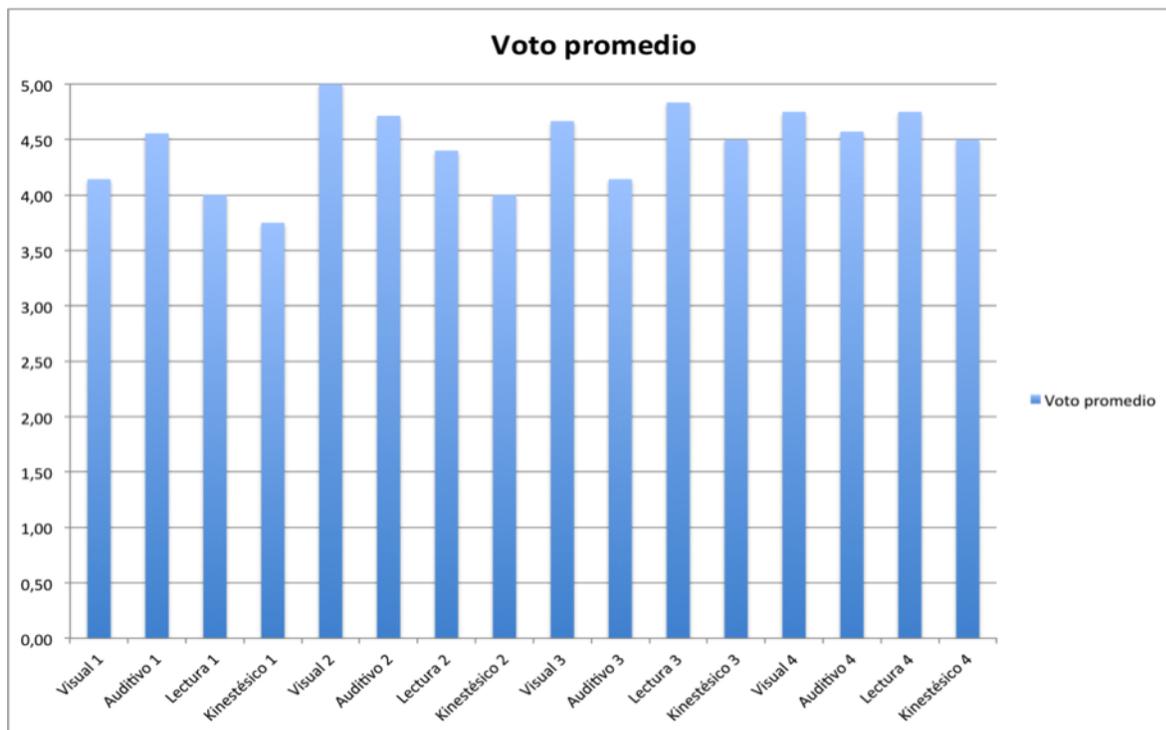


Figura 5.16: Calificación general de los tipos de recursos

observa el bajo índice de coincidencia entre el estilo asignado y el estilo detectado mediante el test VARK; este resultado era de esperarse porque en los módulos anteriormente mencionados el estilo asignado fue establecido de manera aleatoria. Para M1G2 la coincidencia es del 42.9 % y para el M1G3 y M2G3 es del 60 %.

Finalmente se puede observar que el estilo asignado mediante Learning Analytics en el módulo 2 de cada grupo (módulo 2 del grupo 1 y módulo 2 del grupo 2), tiene una coincidencia alrededor del 60 % con el estilo asignado mediante el test VARK. Este resultado es muy similar a la coincidencia que se observa en los módulos 1 y 2 del grupo 3, teniendo en cuenta que en ambos el estilo fue asignado de manera aleatoria. Estos resultados dan un indicio de que posiblemente la predicción del test VARK no es tan cercana a las preferencias de los estudiantes como se esperaba.

5.8.5. Coincidencia del estilo asignado vs estilo seleccionado

En este caso se realizó la comparación entre el estilo de aprendizaje que fue asignado al estudiante (ver Tabla 5.10) y el estilo seleccionado por cada uno. La información del grupo 3 es excluida porque en ese curso no se permite la selección de un recurso diferente al que fue asignado. La información presentada en la Tabla 5.15, corresponde al total de coincidencias presentadas entre el estilo de aprendizaje asignado al estudiante en cada módulo y el estilo de aprendizaje seleccionado.

En la Figura 5.18, se presentan estos resultados de manera gráfica.

De la Figura 5.18 se observa lo siguiente:

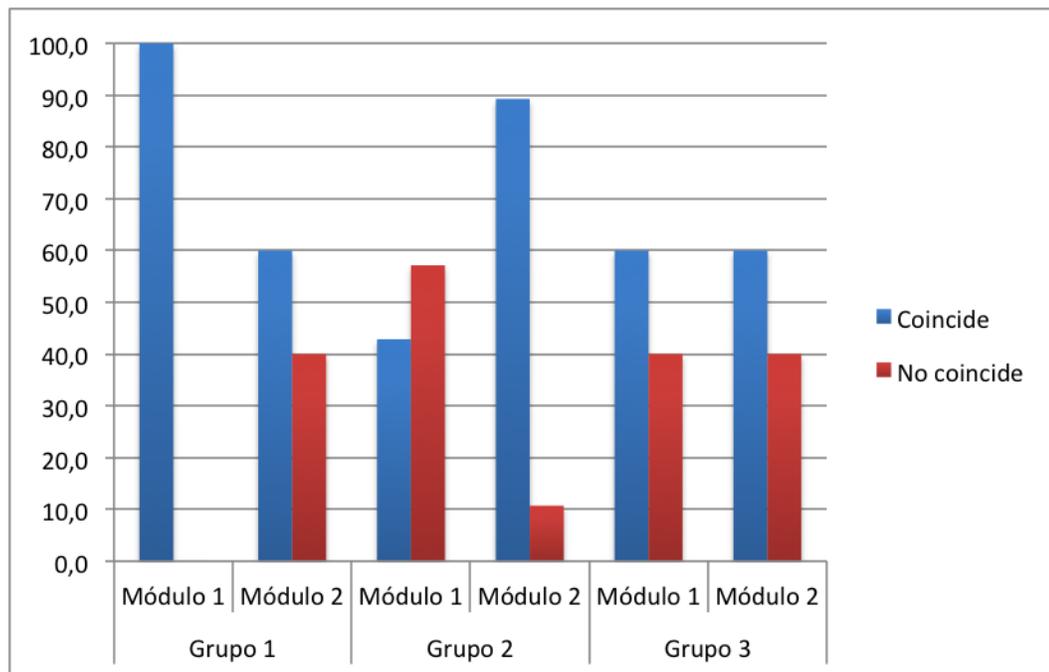


Figura 5.17: Coincidencia del estilo de aprendizaje asignado vs estilo VARK

Porcentaje				
	Grupo 1		Grupo 2	
	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 1	Módulo 2
Casos coincidentes (%)	35.7	92.9	23.8	67.9
Casos no coincidentes (%)	64.3	7.1	76.2	32.1

Tabla 5.15: Estilo asignado vs estilo seleccionado

- Para el módulo 2 del grupo 1(M2G1) y para el módulo 2 del grupo 2(M2G2), donde el estilo fue asignado mediante Learning Analytics, la coincidencia de 78.6 % y 92.9 % respectivamente.
- Para el módulo 1 del grupo 1(M1G1), donde el recurso fue asignado de acuerdo al resultado del test VARK, la coincidencia fue del 42.9 %.
- Para el módulo 1 del grupo 2(M1G2) donde se hizo la asignación del recurso de manera aleatoria, fue del 23.8 %.

De acuerdo a lo anterior, se observa que en aquellos módulos en los que se asignó el estilo de aprendizaje con base en el proceso de análisis adaptativo (M2G1 y M2G2), la coincidencia del estilo seleccionado por el estudiante comparado con el estilo asignado mediante *Learning Analytics*, es significativamente mayor que en aquellos en los que se asignó de acuerdo al test VARK (M1G1) o de manera aleatoria (M1G2). Este alto nivel de coincidencia era el que se esperaba porque corrobora que la adaptación realizada basada en las interacciones que tienen los estudiantes con los diferentes estilos de aprendizaje a través del curso y mediante, permite identificar las preferencias del mismo respecto a la presentación de contenidos.

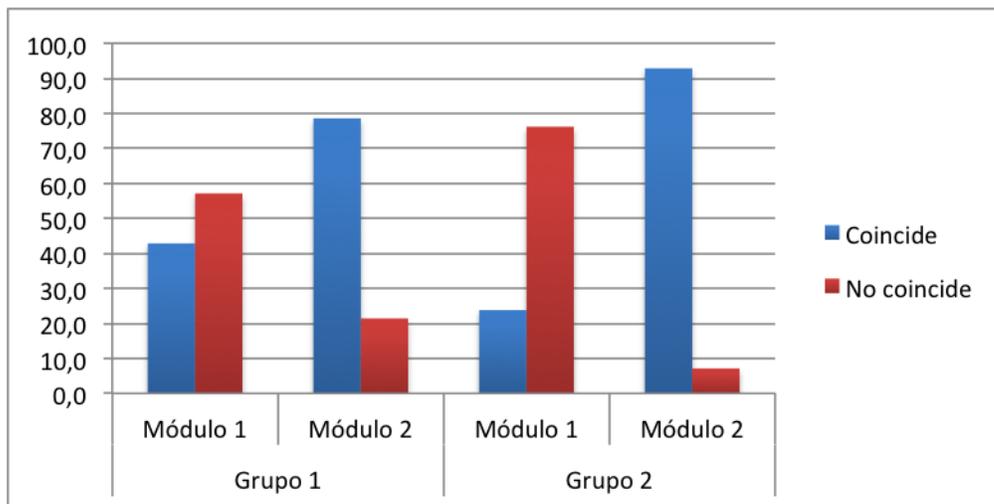


Figura 5.18: Coincidencia del estilo asignado vs el estilo seleccionado

Lo que sorprende de esta comparación es el bajo índice de coincidencia que se presenta cuando la asignación del estilo de aprendizaje fue realizada en base al test VARK. Se esperaba que los estudiantes tuvieran más interacciones con el recurso correspondiente al estilo asignado mediante VARK pero no fue así porque el 57.1 % de los estudiantes cambiaron el tipo de contenido asignado (ver MIG1). Este es un hallazgo interesante porque va en contra de lo que se espera sobre el test VARK (de acuerdo a la teoría) y puede ser un indicio de que la asignación del estilo de aprendizaje mediante el test VARK no es efectiva como se esperaba. Sin embargo estos resultados no son concluyentes porque es un primer estudio de caso con pocos estudiantes (46) y realizado en un corto periodo de tiempo, pero se debe prestar atención a los resultados obtenidos y seguir indagando en el tema para investigar si se obtienen resultados similares en otros escenarios con diferentes condiciones.

Cabe resaltar que en aquellos módulos donde la asignación se hizo a través de *Learning Analytics* hubo cambios en menor proporción en comparación con otros módulos. Esto permite entrever que mediante la asignación de contenidos por adaptación hay menos cambios, probablemente porque el estudiante se siente más cómodo con el tipo de contenido asignado dando un indicio de que el algoritmo funciona, incluso mejor que el test VARK.

5.8.6. Evaluaciones y tiempo de uso de recursos

Es importante observar cómo fueron los resultados al momento de evaluar el curso. En la Tabla 5.16 se presentan los resultados de las evaluaciones de cada estudiante.

Grupo	Estudiante	Evaluación 1	Evaluación 2
Grupo 1	Estudiante 1	71	80
	Estudiante 2	57	45
	Estudiante 3	64	60
	Estudiante 4	64	90
	Estudiante 5	57	40
	Estudiante 6	79	60
	Estudiante 7	71	55
	Estudiante 8	79	95
	Estudiante 9	79	90
	Estudiante 10	79	90
Grupo 2	Estudiante 1	50	90
	Estudiante 2	50	25
	Estudiante 3	79	95
	Estudiante 4	64	65
	Estudiante 5	79	95
	Estudiante 6	43	50
	Estudiante 7	36	70
	Estudiante 8	79	95
	Estudiante 9	71	75
	Estudiante 10	43	65
	Estudiante 11	79	95
	Estudiante 12	71	35
	Estudiante 13	36	35
	Estudiante 14	50	85
Grupo 3	Estudiante 1	71	60
	Estudiante 2	57	75
	Estudiante 3	57	70
	Estudiante 4	64	55
	Estudiante 5	50	70
	Estudiante 6	86	70
	Estudiante 7	57	45
	Estudiante 8	57	50
	Estudiante 9	43	75
	Estudiante 10	57	45

Tabla 5.16: Resultados individuales evaluaciones

En la Tabla 5.17 se muestran los valores promedio de las evaluaciones.

Desde la Figura 5.19 a la Figura 5.24 se muestra la dispersión de los resultados obtenidos por los estudiantes en las evaluaciones comparados con el promedio del curso.

Promedio			
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Módulo 1	70	59.29	59.9
Módulo 2	70.5	69.64	61.5

Tabla 5.17: Resultados promedio evaluaciones

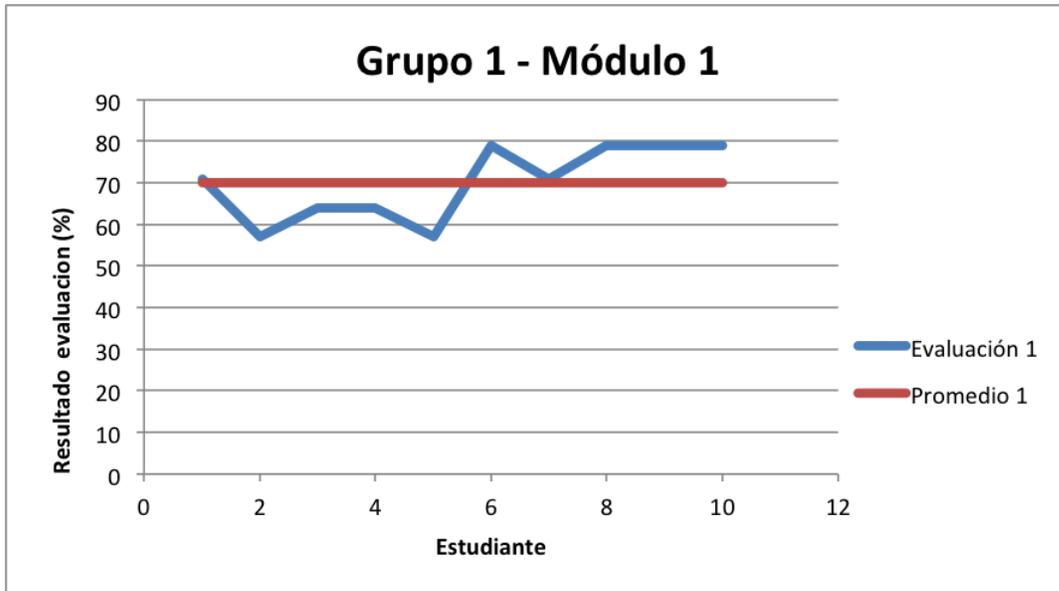


Figura 5.19: Dispersión de resultados módulo 1 - grupo 1

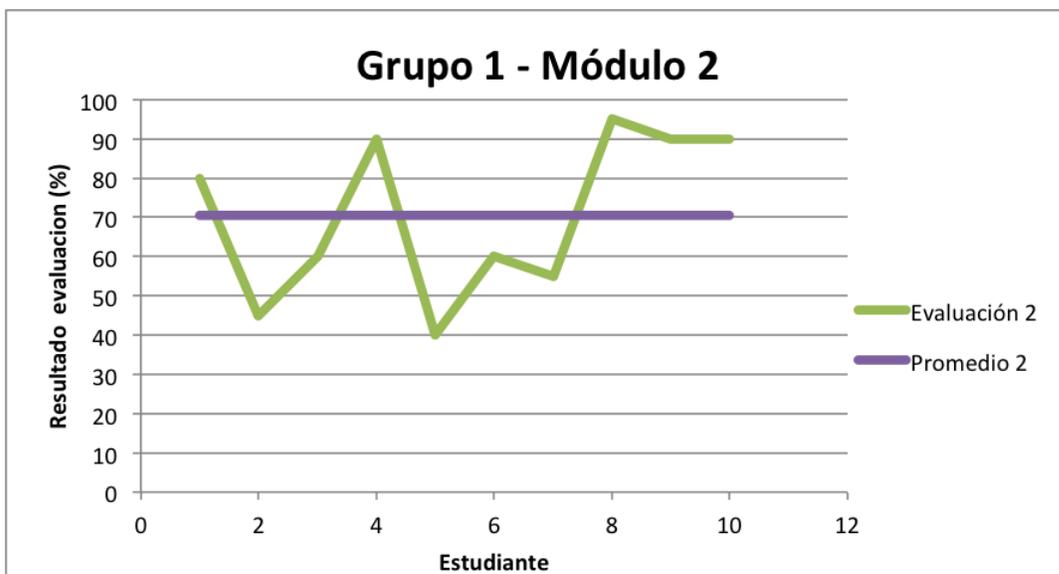


Figura 5.20: Dispersión de resultados módulo 2 - grupo 1

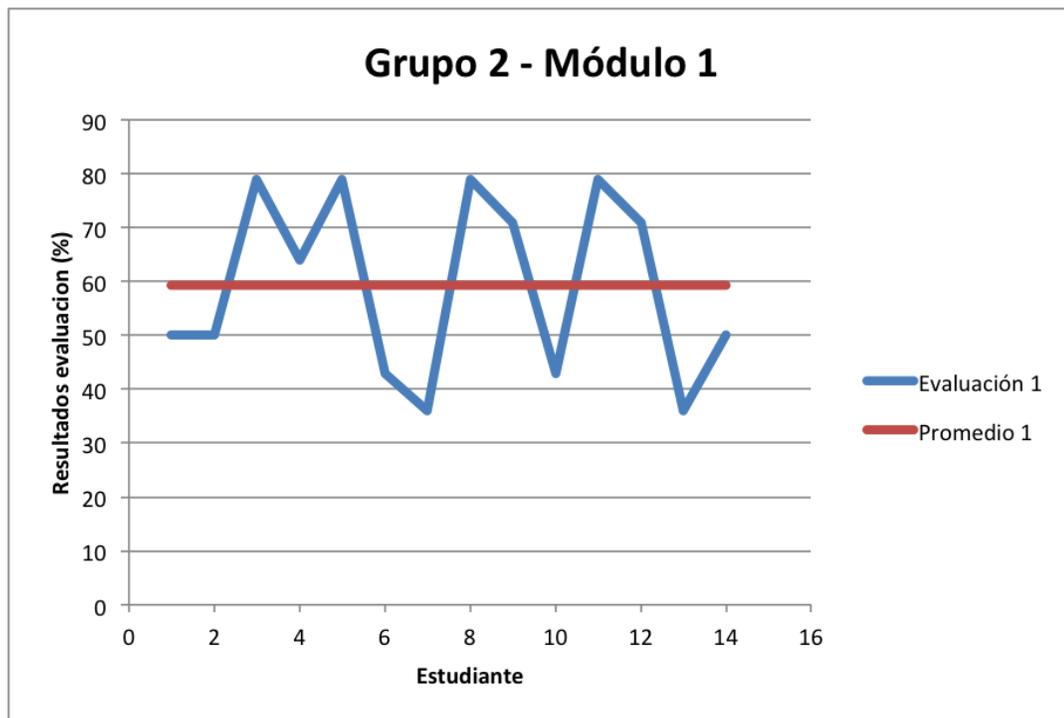


Figura 5.21: Dispersión de resultados módulo 1 - grupo 2

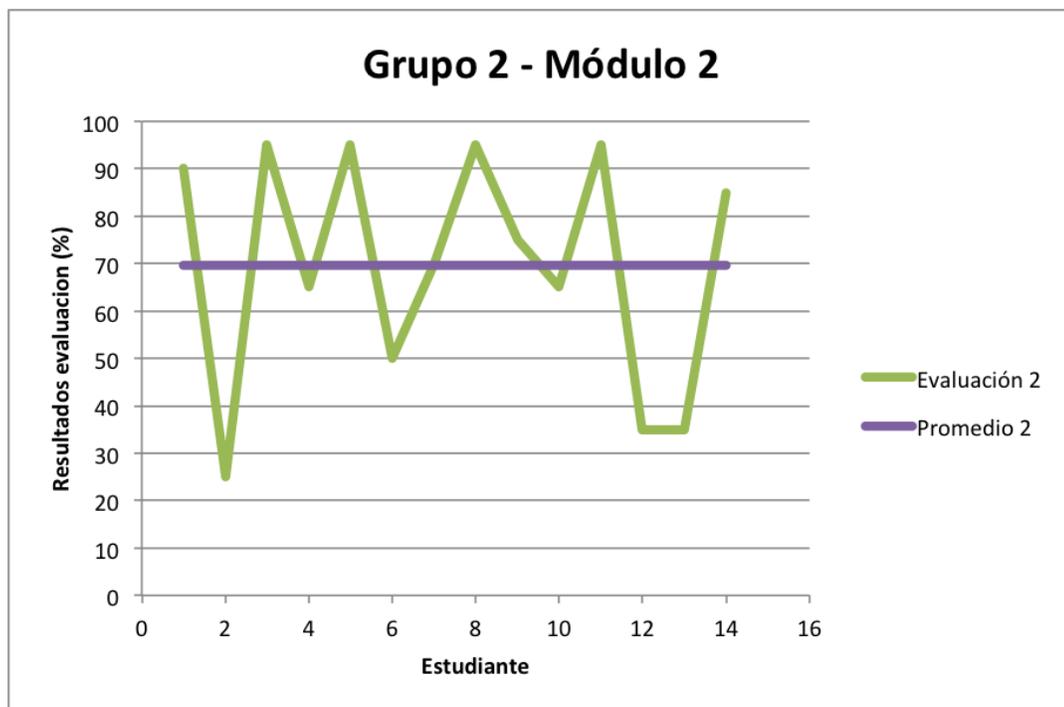


Figura 5.22: Dispersión de resultados módulo 2 - grupo 2

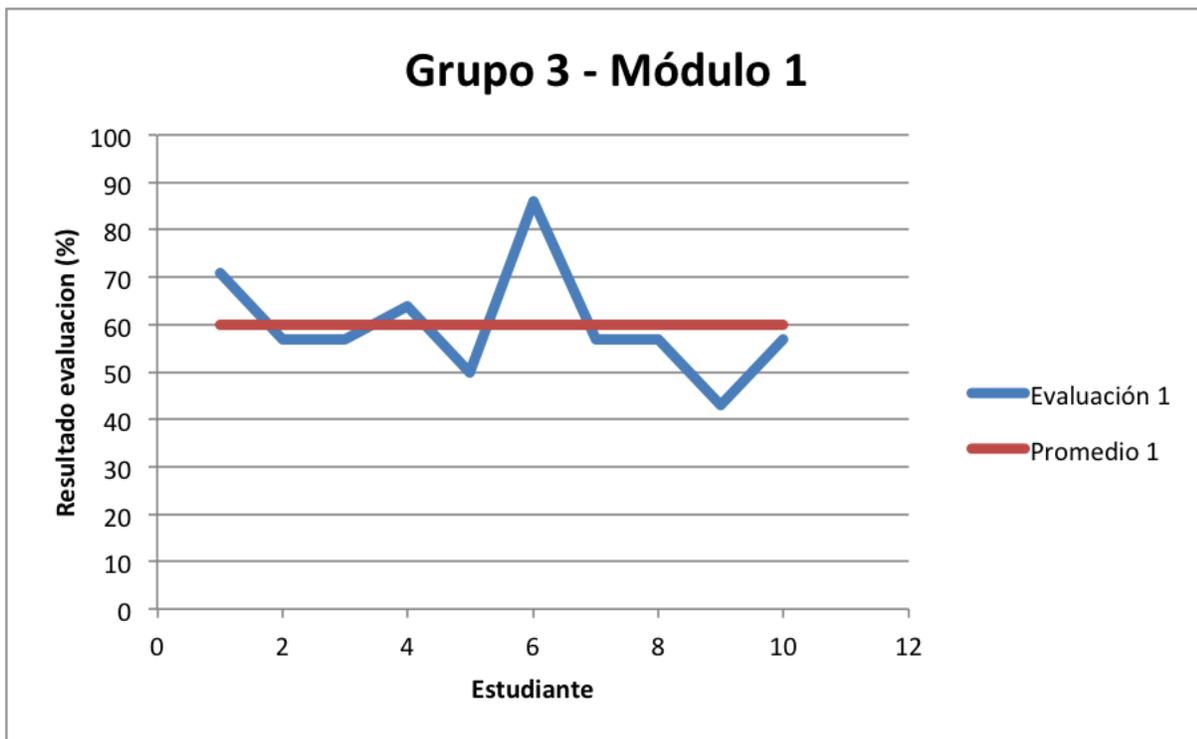


Figura 5.23: Dispersión de resultados módulo 1 - grupo 3

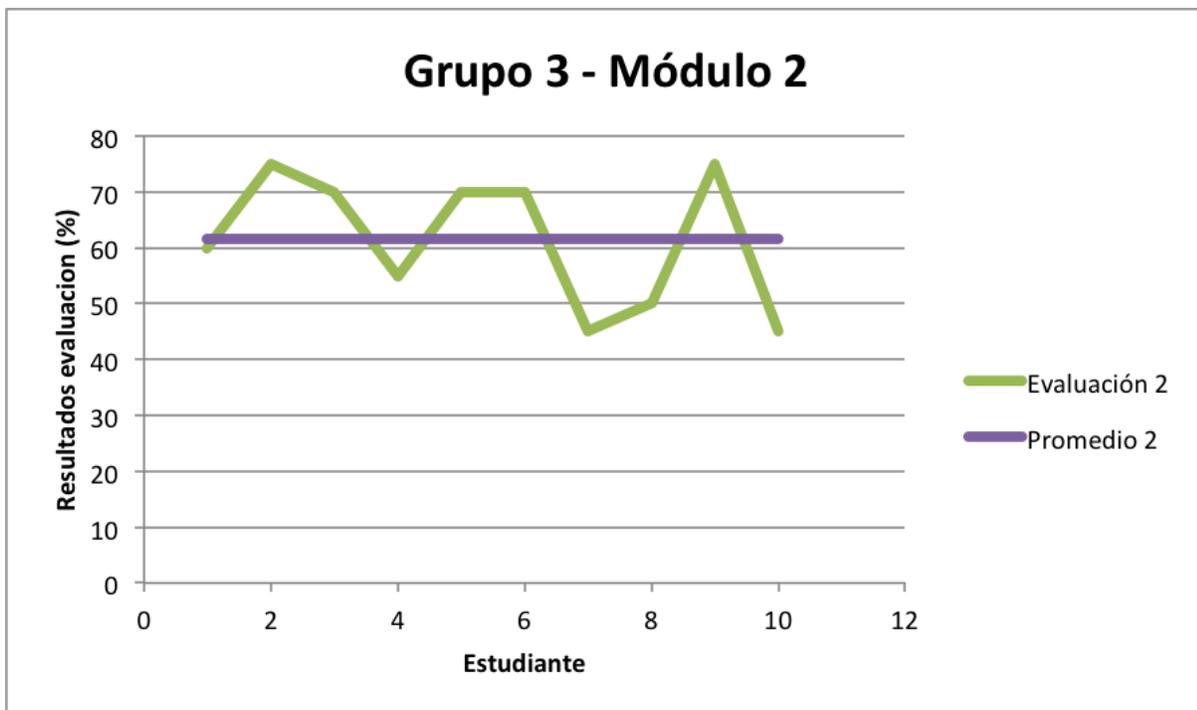


Figura 5.24: Dispersión de resultados módulo 2 - grupo 3

Si se comparan los resultados de las evaluaciones se puede observar lo siguiente:

- En el grupo 1, conformado por 10 estudiantes, en el 50 % de los casos evidenció una mejora en los resultados de la evaluación.
- En el grupo 2, solo tres estudiantes de los 14 estudiantes bajaron su rendimiento, conclusión que se evidencia al comparar los resultados de las evaluaciones, mientras que los 11 estudiantes restantes mejoraron los resultados en la segunda evaluación cuando los contenidos fueron presentados según el análisis adaptativo.
- En el grupo 3, conformado por 10 estudiantes, se evidenciaron resultados similares a los obtenidos en el grupo 1, porque en el 50 % de los casos los resultados de los estudiantes empeoraron y en el resto de los casos hubo alguna mejora en los resultados.

Cabe anotar que, en el caso del grupo 1 donde los resultados esperados debieron ser similares a los del grupo 2 (se pudo obtener alguna mejora en los resultados de las evaluaciones), solo se obtuvo mejores resultados en las evaluaciones en el 50 % de los casos. Para buscar una justificación para este resultado, se tuvo en cuenta los registros del tiempo dedicado a la revisión de los capítulos por aquellos estudiantes que no obtuvieron buenos resultados. De estos registros se pudo observar que la mayoría de ellos únicamente dedicaron una buena cantidad de tiempo a la revisión de la unidad 1 y en adelante tuvieron registros de 20 a 40 segundos; esta puede ser la razón por la cual tuvieron un mal rendimiento en las evaluaciones. Por el contrario, la mayoría de registros de tiempo del grupo 2 estuvieron por encima de los 1500 segundos, con ciertas excepciones. Esto permite intuir que la dedicación a la revisión de los materiales elegidos por los estudiantes puede ser un indicador de su buen rendimiento en las evaluaciones y respalda la inclusión del parámetro de tiempo dentro de la ecuación propuesta.

Si se hablan de los promedios de las evaluaciones (Figura 5.25), se esperaba que el grupo 1 tuviera un mejor rendimiento que el de los grupos 2 y 3 porque en ambos módulos se tienen en cuenta las preferencias de los estudiantes. Teniendo esto presente, de la Figura 5.25 se pueden hacer las siguientes observaciones:

- El grupo 1 mantuvo su promedio alrededor de 70 % entre los módulos 1 y 2 (la calificación va desde 0 % hasta 100 %).
- En el grupo 2, se observó un incremento significativo (alrededor de 10 %) en los resultados de las evaluaciones entre el módulo 1 y el módulo 2, lo que puede ser un indicio de que la adaptación funciona como se esperaba.
- Por su parte, el grupo 3 mantuvo su promedio en el 60 % y tal como se esperaba fue el grupo con menor rendimiento, posiblemente porque en ambos módulos la asignación de contenido se hizo de manera aleatoria sin tener en cuenta las preferencias de los estudiantes.

Cabe anotar que en sí bien en el grupo 1 hubo un buen promedio en las calificaciones, al igual que en el grupo 3 no se observó alguna mejora en los resultados. Por otro lado, el grupo 2 tuvo una mejora entre los resultados obtenidos en el módulo 1 y en el módulo 2, detalle que no debe pasarse por alto.

Ahora bien, si se comparan los resultados de una misma evaluación entre grupos, se evidencia que los estudiantes obtuvieron mayor número de aciertos en las evaluaciones en la mayoría de los módulos en los cuales les fue permitido elegir un estilo de aprendizaje (Figura 5.25). Cabe notar que se presenta un bajo rendimiento en el módulo 1 del grupo 2, incluso un poco menor que aquellos a los que les fue asignado el estilo de aprendizaje de manera aleatoria y no se les permitió cambiar el estilo. Aun así, si se aíslan aquellos

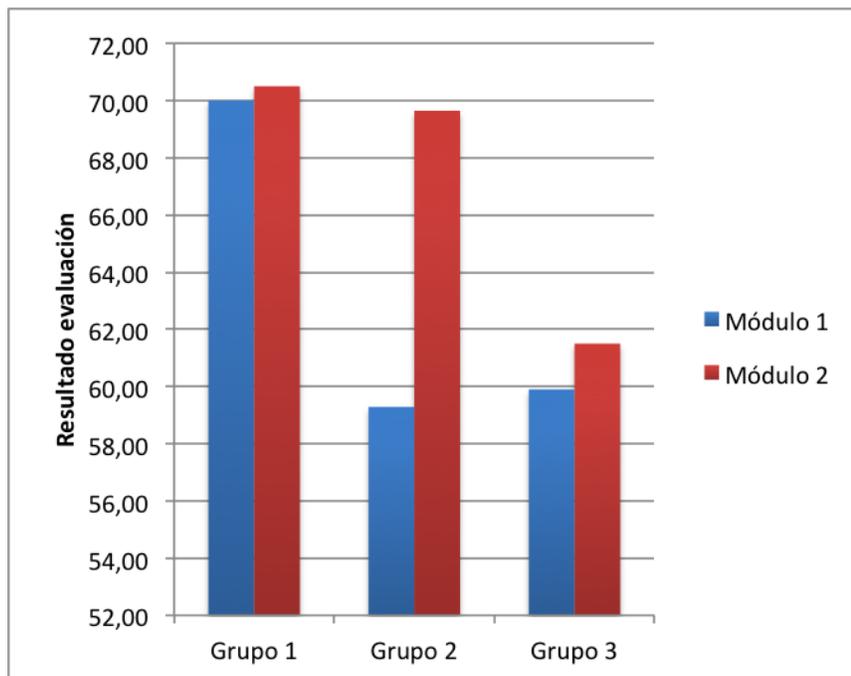


Figura 5.25: Resultados promedio evaluaciones

módulos en los cuales el estilo de aprendizaje fue asignado de acuerdo a LA, y reforzando esta premisa con el hecho de que el estilo asignado en estos módulos fue en alto índice coincidente con aquel preferido por los estudiantes, se puede apreciar una mejora en los resultados en relación a los obtenidos en el grupo de referencia (grupo 3).

A pesar de los buenos resultados evidenciados al aplicar el análisis adaptativo (Figura 5.19 a la Figura 5.24), se observa que en dichos módulos se aprecia una alta dispersión en los resultados de las evaluaciones, lo que se podría atribuir a factores como la falta de interés por parte de algunos estudiantes en un determinado contenido o incluso en la temática del curso en general.

5.8.7. Respuestas a las preguntas de las evaluaciones

Este análisis permite determinar si una pregunta, donde la mayoría de estudiantes equivoca su respuesta, está mal formulada (se está preguntando mal) o sirve como indicador para definir qué temas deben ser abordados con mayor profundidad. En la Figura 5.26 se observa la información de la tabla de manera gráfica.

Algunas de las preguntas se hicieron con juegos de palabras en su enunciado para obligar a una correcta lectura e interpretación de ellas. La mayoría de los estudiantes fallaron en las preguntas 6 y 7 de la evaluación 1 que efectivamente deben leerse con mayor atención para conocer la respuesta correcta; ésta pudo ser la causal del bajo índice de aciertos en esas preguntas.

Evaluación 1		Evaluación 2	
Pregunta	Aciertos (%)	Pregunta	Aciertos (%)
E1P1	79.4	E2P1	64.7
E1P2	52.9	E2P2	58.8
E1P3	73.5	E2P3	44.1
E1P4	94.1	E2P4	61.8
E1P5	47.1	E2P5	88.2
E1P6	32.4	E2P6	47.1
E1P7	23.5	E2P7	70.6
E1P8	76.5	E2P8	88.2
E1P9	82.4	E2P9	58.8
E1P10	61.8	E2P10	70.6
E1P11	70.6	E2P11	64.7
E1P12	50	E2P12	94.1
E1P13	67.6	E2P13	58.8
E1P14	70.6	E2P14	61.8

Tabla 5.18: Índice de aciertos por cada pregunta de las evaluaciones

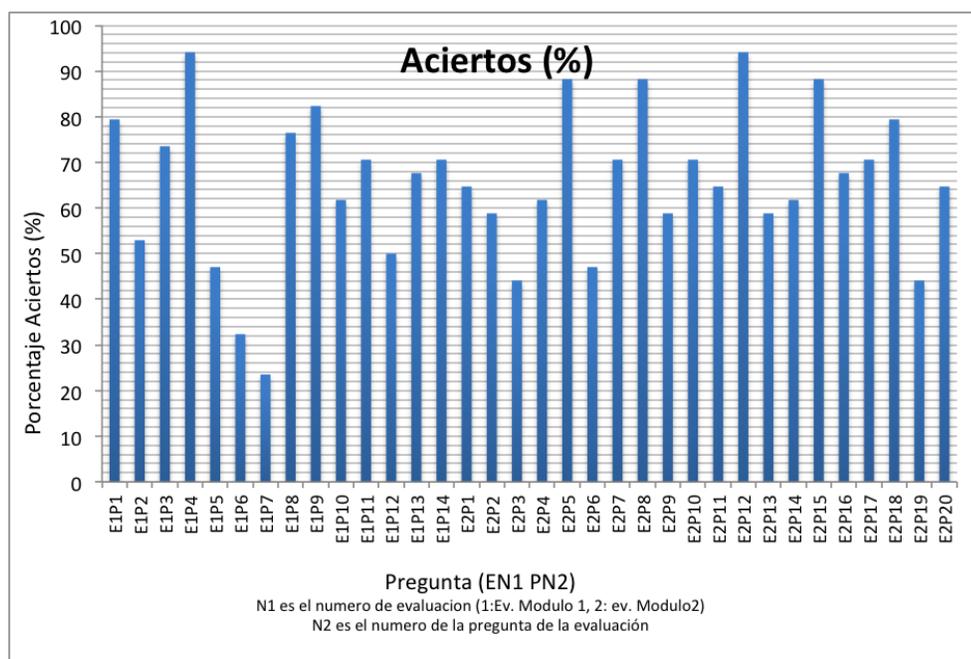


Figura 5.26: Índice de aciertos de cada pregunta de las evaluaciones

5.8.8. Relación entre estudiantes de mayor y menor rendimiento

En la Tabla 5.19 se muestra la información de los dos estudiantes de mayor rendimiento y los dos de menor rendimiento dentro de los 3 cursos. A partir de esos datos se puede decir que una de las razones de esos resultados fue el tiempo dedicado a la revisión de los recursos por parte de los estudiantes; mientras que los que tuvieron un buen rendimiento dedicaron hasta 1 hora en la revisión de 1 recurso, los otros utilizaron

	Mayores rendimientos		Menores rendimientos	
	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3	Estudiante 4
Evaluación módulo 1 (%)	79	79	36	50
Evaluación módulo 2 (%)	95	95	35	25
Uso visual 1 (s)	2805	1550	0	1115
Uso aural 1 (s)	850	1250	0	0
Uso lectoescritura 1 (s)	190	580	96	1840
Uso kinestésico 1 (s)	200	370	20	50
Uso visual 2 (s)	1180	0	23	1790
Uso aural 2 (s)	1902	2	0	0
Uso lectoescritura 2 (s)	0	700	144	10
Uso kinestésico 2 (s)	30	0	0	0
Uso visual 3 (s)	1220	0	0	517
Uso aural 3 (s)	450	0	0	0
Uso lectoescritura 3 (s)	1150	4180	40	25
Uso kinestésico 3 (s)	120	0	0	10
Uso visual 4 (s)	780	0	20	15
Uso aural 4 (s)	980	0	0	0
Uso lectoescritura 4 (s)	40	880	30	10
Uso kinestésico 4 (s)	50	0	10	30
Uso de recursos módulo 1 (s)	7157	4452	283	4805
Uso de recursos módulo 2 (s)	4790	5060	100	607

Tabla 5.19: Resultados estudiantes con mayor y menor rendimiento

los materiales por cortos periodos de tiempo, incluso hubo unidades en las que se usó únicamente un recurso por 40 segundos (estudiante 3).

En la Figura 5.27 se puede observar los resultados de las evaluaciones de los dos estudiantes y en la Figura 5.28 el tiempo invertido por cada estudiante en la revisión de recursos. Es evidente que existe una relación directa entre esos datos.

Realizando un contraste entre las Figura 5.27 y Figura 5.28, se puede observar una relación directa entre el tiempo de uso de los recursos y los resultados de las evaluaciones.

5.8.9. Uso de los diferentes tipos de recursos

En la Figura 5.29, se muestra la cantidad de veces que fue seleccionado cada tipo de contenido por parte de los estudiantes en cada unidad.

El número de veces que cada contenido se seleccionó fue determinado tomando el último estilo de aprendizaje seleccionado por el estudiante, siempre y cuando el estudiante haya dado un tiempo de uso significativo; esto para evitar que si el estudiante seleccionó un estilo de aprendizaje al finalizar la unidad (ya fuese por curiosidad o por verificar si tenía algo adicional o diferente al que ya había revisado), no fuese tomado como el estilo elegido por el estudiante. En caso contrario, se tomará como estilo seleccionado aquel que posea el mayor tiempo de uso.

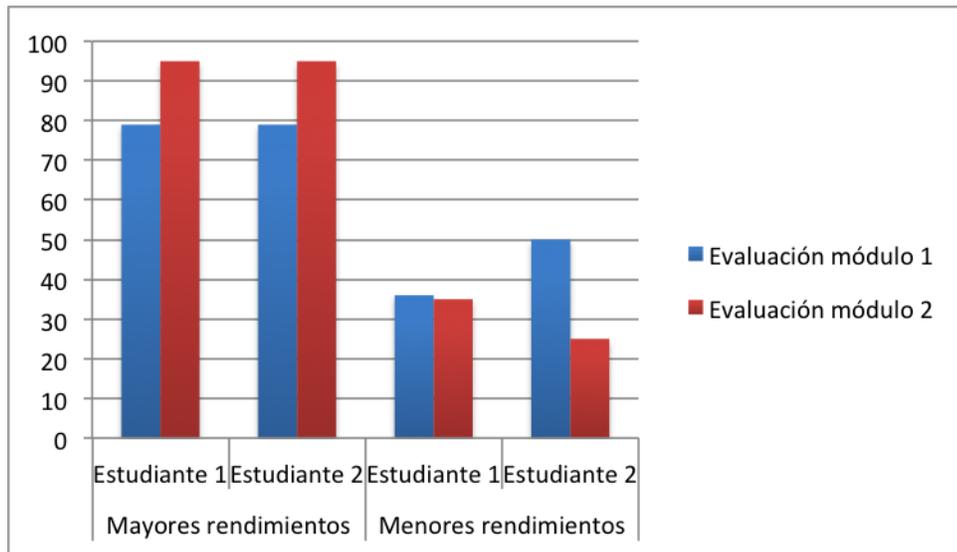


Figura 5.27: Resultados evaluación estudiantes con mayores y menores rendimientos

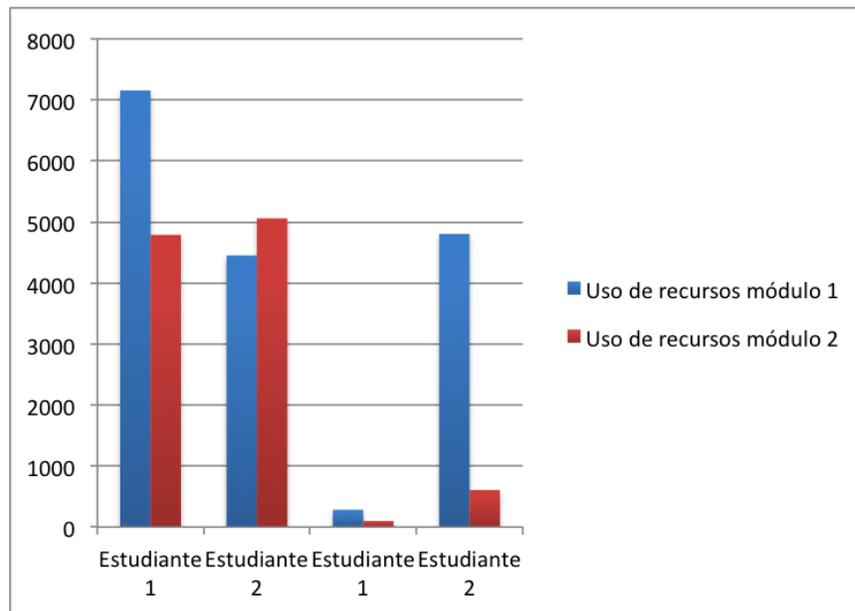


Figura 5.28: Uso de recursos estudiantes con mayores y menores rendimientos

Al observar la gráfica, se puede apreciar un mayor índice de selecciones en lo que respecta al grupo 2. También se observa que dichos cambios, se presentan en mayor grado en la unidad 1 y 2, por lo que este comportamiento podría atribuirse al hecho de que a los estudiantes del grupo 2, en las unidades mencionadas, les fue asignado el estilo de aprendizaje de manera aleatoria.

Aun así, también se observa que a pesar de que a ambos grupos, en las unidades 3 y 4 les fue asignado el estilo de aprendizaje de acuerdo al análisis adaptativo, en el grupo 2 hubo un mayor número

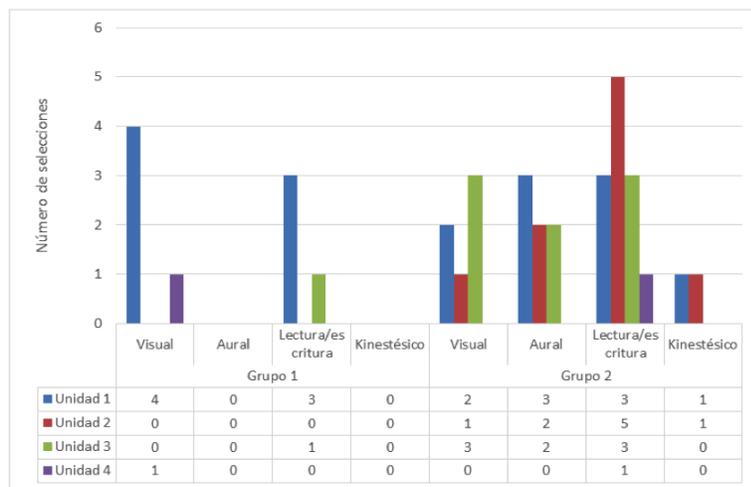


Figura 5.29: Número de aperturas de cada recurso

de cambios del estilo de aprendizaje en estas unidades; especulativamente se podría atribuir al hecho de que desde el comienzo vieron la necesidad de realizar un cambio en el estilo de aprendizaje que les fue asignado y esto pudo incentivarlos a explorar en mayor medida los diferentes tipos de contenidos a diferencia del grupo 1, al cual desde el comienzo a la mayoría se les asignó el estilo de aprendizaje de su preferencia.

Por otro lado, en la Figura 5.30 se aprecia cómo fue la asignación de los estilos de aprendizaje para los diferentes grupos.

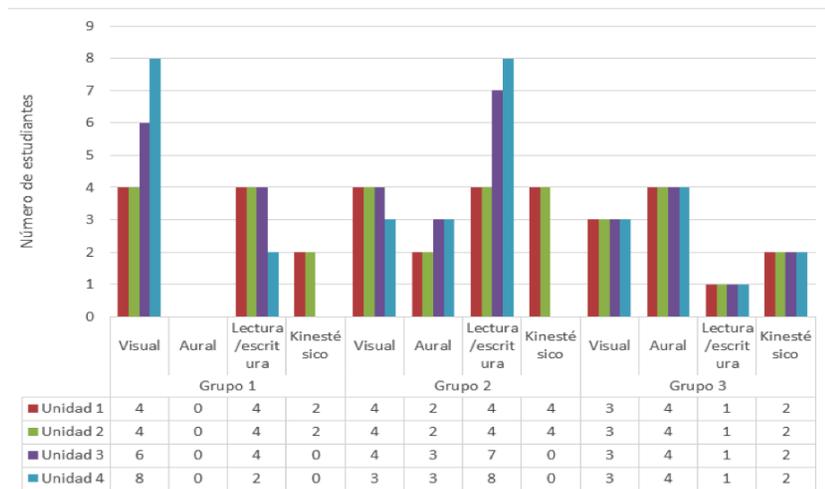


Figura 5.30: Estilo de aprendizaje asignado en una unidad

Se puede observar que en el grupo 1 no hubo ningún estudiante cuyo estilo de aprendizaje fuera aural, tanto en los resultados del test VARK (unidades 1 y 2) como en el proceso de análisis adaptativo (unidades 3 y 4), lo cual se puede corroborar con los resultados expuestos en la Figura 5.30. Correspondientes al grupo 1, donde ningún estudiante seleccionó ningún contenido de tipo aural.

Capítulo 6

Conclusiones y trabajo futuro

6.1. Conclusiones

- Open edX es una plataforma sobre la cual se pueden hacer desarrollos que permiten realizar una adaptación sobre las componentes del proceso de aprendizaje, como puede ser el acceso a la información, realizando una adaptación del tipo de contenido de acuerdo al estilo de aprendizaje mediante Learning Analytics. Esta plataforma brinda buenas herramientas para ser extendida y personalizada gracias a las diversas opciones que se tienen para la extensión de la misma.
- Es de gran importancia realizar un adecuado procesamiento de información y presentarlo de manera legible y clara que brinde oportunidades para mejorar el proceso en aplicaciones futuras.
- Los resultados obtenidos durante el caso de estudio del presente trabajo, indican que la adaptación del proceso de aprendizaje al perfil del estudiante es una opción que puede ser utilizada para mejorar los resultados del mismo.
- Todos los tipos de análisis de Learning Analytics presentan ventajas por encima de los otros según el caso de estudio; la selección de uno de ellos depende directamente de las necesidades del caso y de las condiciones que se tengan para las investigaciones. El análisis adaptativo es el tipo de análisis que mejor se adecua a los requisitos del presente trabajo porque permite identificar el perfil de aprendizaje del estudiante, las herramientas para adaptar algún componente del proceso de aprendizaje y no requiere un tiempo de seguimiento extenso.
- Existe una gran diversidad en plataformas para el ofrecimiento de cursos web y debe ahondarse en estrategias para aprovechar los beneficios que ofrecen esos entornos virtuales y los datos que se generan en ellos.
- La organización en la documentación de plataformas es vital porque no sirve mucho tener cantidades enormes de información si no se sabe qué utilizar y dónde encontrarlo. Open edX cuenta con una buena documentación para poder crear una instancia de la misma, pero no puede decirse lo mismo de la documentación del API de Analytics que está bastante dispersa y no es clara.
- Se reafirma que, LA es una herramienta poderosa para el seguimiento de actividades de los estudiantes cuyo análisis puede ayudar a mejorar el proceso de aprendizaje. Sin embargo, debe ahondarse en esfuerzos para llevar todo el conocimiento teórico generado en el área de Learning Analytics a la práctica para validar las propuestas realizadas.

6.2. Trabajo Futuro

Se propone el siguiente trabajo futuro:

- Verificar la fiabilidad de la ecuación propuesta para el proceso de análisis adaptativo y evaluar que otros factores pueden ser tenidos en cuenta en ella.
- Implementación de una herramienta que realice la extracción de los datos recopilados de manera sistematizada y realice la presentación de tableros de análisis.
- Verificar el impacto de realizar un proceso de análisis adaptativo en cursos de diferentes temáticos.
- Explorar diferentes maneras de incluir recursos de tipo kinestésico.
- Se puede realizar la implementación de otros modelos que abarquen las otras opciones del manejo de la información.
- Realizar un proceso de análisis de la información recopilada a través de la plataforma en conjunto con profesionales de diferentes campos que puedan ser de utilidad para identificar patrones de comportamiento en los estudiantes.
- Realizar un proceso de ingeniería inversa para obtener el diseño a partir de la plataforma Open edX con el fin de determinar de que está hecho y como funciona.

Glosario de siglas

ACM DL Association for Computing Machinery Digital Library.

AGPL Affero General Public License.

AUP Agile Unified Process.

BSD Berkeley Software Distribution.

CCK Connectivism and Connective Knowledge.

CISTI Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información.

CSV Comma-Separated Values.

EVEA Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje.

ICALT International Conference on Advanced Learning Technologies.

IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers.

LA Learning Analytics.

LAK Learning Analytics and Knowledge.

LCMS Learning Content Management System.

LMS Learning Management System.

MIT Massachusetts Institute of Technology.

MOOC Massive Open Online Course.

MPL Mozilla Public License.

MTS Michigan Tailoring System.

RUP Rational Unified Process.

SNAPP Social Networks Adapting Pedagogical Practice.

SoLAR Society for Learning Analytics Research.

TEEM Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality.

TIC Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

UBC University of British Columbia.

ZPL Zope Public License.

Capítulo 7

Bibliografía

- [1] Clarenc, C. A.; S. M. Castro, C. López de Lenz, M. E. Moreno y N. B. Tosco (Diciembre, 2013). Analizamos 19 plataformas de eLearning: Investigación colaborativa sobre LMS. Grupo GEIPITE, Congreso Virtual Mundial de e-Learning. Sitio web: www.congresoelearning.org
- [2] W. B. Ashton, *Keeping abreast of Science and technology: technical intelligence for business*. Columbus: Battelle Press, 1997
- [3] “E-learning”, Centro de formación permanente Universidad de Sevilla [online]. Available: <http://www.cfp.us.es/e-learning-definicion-y-caracteristicas> [Accessed: Nov 13, 2013]
- [4] Dolores Alemany Martínez (2007). *Blended Learning: Modelo virtual-presencial de aprendizaje y su aplicación en entornos educativos*. Universidad de Alicante
- [5] Elías Fernández, *¿Qué es la web 2.0? Conceptos y recorrido por aplicaciones prácticas* [online]. Available: www.e-via.org. [Accessed: 05 Noviembre, 2013]
- [6] María Carmen Llorente Cejudo. *El e-learning 2.0: de la tecnología a la Metodología*. @tic Revista d’innovació educativa. (8): Págs. 79-86, diciembre 2012.
- [7] “7 Things you should know about MOOC II”, EDUCASE [online]. Available: <http://www.educause.edu/library/resources/7-things-you-should-know-about-MOOC-ii> [Accessed: Mar 22, 2015]
- [8] *Que es un MOOC* [online]. Available: <http://mooc.es/que-es-un-mooc/> [Accessed: Nov 13, 2013]
- [9] “Apuntes sobre Learning Analytics y aprendizaje personalizado”, Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado [online]. Available: <http://blog.educalab.es/intef/2013/05/29/apuntes-sobre-learning-analytics-y-aprendizaje-personalizado-learnovationday/>. [Accessed: 14 Noviembre, 2013]
- [10] Siemens G. Gasevic D. Buckingham S. Ferguson R. Haythornthwaite C. Dawson S. Duval E. Verbert K Baker R. (2011) .*Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform*, Society for Learning Analytics Research (SoLAR)
- [11] Informe Horizon 2011 [online] Available: <http://wp.nmc.org/horizon2011/sections/learning-analytics/> [Accessed: 14 Noviembre, 2013]
- [12] Simon Buckingham Shum (2012), *Learning Analytics*. UNESCO Institute. Moscú. Rusia.
- [13] *Learning Analytics: Una apuesta de presente y futuro* [online]. Available: <http://www.csev.org/documents/11373/9af46ec7-76d9-4caa-9365-93d844b2433b> [Accessed: 17 Marzo, 2014].
- [14] Miguel Zapata-Ros (2013). *Analítica de aprendizaje y personalización*. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid. España.
- [15] Matheo Analyzer Software. <http://www.matheo-software.com/es/productos/matheo-analyzer.html> [Accessed: 1 Octubre 2014]

- [16] Informe Horizon 2014 [online]. Available: <http://cdn2.hubspot.net/hub/332838/file-1233293429-pdf/2014-nmc-horizon-report-ES-Official.pdf?t=1406637112145> [Accessed: 18 Octubre 2014]
- [17] Siemens G. Gasevic D. Buckingham S. Ferguson R. Haythornthwaite C. Dawson S. Duval E. Verbert K Baker R. (2011) .Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform, Society for Learning Analytics Research (SoLAR).
- [18] Santofimia J. Pijera H. Ruipérez-Valiente J. Muñoz-Merino P. Delgado C. (2014). Towards the Development of a Learning Analytics Extension in Open edX, Universidad Carlos II de Madrid, Madrid, España.
- [19] E2Coach [online]. Available: <http://sitemaker.umich.edu/ecoach/home> [Accessed Nov: 16, 2013]
- [20] E2Coach: Tailoring Support for Students in Introductory STEM Courses [online]. Available:[http://www.educause.edu/ero/article/e2coach-tailoring-support-students-introductory-stem-courses?utm_source=Social %20Media&utm_medium=Twitter&utm_content=Article %20Title&utm_campaign=ERO](http://www.educause.edu/ero/article/e2coach-tailoring-support-students-introductory-stem-courses?utm_source=Social%20Media&utm_medium=Twitter&utm_content=Article%20Title&utm_campaign=ERO) [Accessed: Nov 14, 2013]
- [21] An architecture for extending the learning analytics support in the Khan Academy framework
- [22] I. Claros, R. Cobos, E. Guerra, J. de Lara, A. Pescador, J. Sánchez-Cuadrado, (2013). Integrating Open Services for Building Educational Environmets.Department of Computer Science. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. España.
- [23] G. Lepouras, A. Katifori, C. Vassilakis, A. Antoniou, N. Platis. (2014) Towards a Learning Analytics Platform for Supporting the Educational Process. University of Peloponnese, Tripoli, Greece
- [24] Miguel Zapata-Ros (2013). Analítica de aprendizaje y personalización. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid. España.
- [25] Ferguson, Rebecca (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. International Journal of Technology Enhanced Learning, 4(5/6) pp. 304–317.
- [26] M. Amine Chatti, A. Lea Dyckhoff, U. Schroeder, H. Thüs (2012) A reference Model for Learning Analytics. RWTH Aachen University, Aachen, Germany
- [27] Julio Cabero (2006). «Bases pedagógicas del e-learning». Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC) [online]. Available: <http://www.uoc.edu/rusc/3/1/dt/esp/cabero.pdf> [Accessed: Noviembre 15, 2014]
- [28] L. P. Macfadyen, S. Dawson, (2012). Numbers Are Not Enough. Why e-Learning Analytics Failed to Inform an Institutional Strategic Plan. Arts ISIT, Faculty of Arts, The University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada.
- [29] E. Duval, (2011). Attention Please! Learning Analytics for Fisualization and Recommendation. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgica.
- [31] L. Ali, M. Hatala, D. Gasevic, J. Jovanovic. A qualitative evaluation of evolution of a learning analytics tool, Computers & Education 58, Canada, (2012) 470–489
- [32] E. Koulocheri, A. Soumplis, M. Xenos, Applying Learning Analytics in an Open Personal Learning Environment, Hellenic Open University, Patra, Greece, 2012.
- [33] E. Koulocheri, M. Xenos, Considering formal assessment in Learning Analytics within a PLE: The HOU2LEARN Case, Hellenic Open University, Patra, Greece, 2012
- [34] D.A. Filva, M.J.C. Guerrero, M. Foment (2014). Google Analytics for Time Behavior Measurement in Moodle. Information Systems and Technologies (CISTI), 2014 9th Iberian Conference on. IEEE. Barcelona. España Pag 1-6
- [35] A. Dyckhoff, D. Zielke, M. Bultmann, M.A. Chatti, U. Schoeder.(2012). Design and Implementation of a Learning Analytics Toolkit for Teachers. Educational Technology & Society, 15 (3), 58–76. , RWTH Aachen University, Alemania.
- [36] Fernando Santamaria [online]. Available: <http://fernandosantamaria.com/blog/2012/09/learning-analytics-analisis-del-aprendizaje-2/> [Accessed: Marzo 20, 2015]

- [37] H. Drachsler, W. Greller (2015). The pulse of Learning Analytics Understandings and expectations from the Stakeholders. Open University of the Netherlands, Heerlen, Netherlands
- [38] Superintendencia de industria y comercio, Manejo de información personal, 'Habeas data' [online]. Available: <http://www.sic.gov.co/drupal/manejo-de-informacion-personal> [Accessed: Junio 20, 2015]
- [39] R. Ferguson, S. Buckingham Shum. (2012). Social Learning Analytics: Five Approaches. LAK 2012. The Open University. Milton Keynes. Reino Unido.
- [40] P. Ritsos, J. Roberts (2014). Towards more visual Analytics in Learning Analytics. EuroVA 2014. School of Computer Science, Bangor University, Reino Unido.
- [41] D. Gómez, F. Garcia-Peñalvo, R. Therón (2014). Modelo de Analítica Visual para datos educativos, CISTI 2014, Universidad de Salamanca, Salamanca, España.
- [42] D. Keim and L. Zhang, "Solving problems with visual analytics: challenges and applications," Proceedings of the 11th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies, Graz, Austria, 2011
- [43] R. Mazza and C. Milani, "GISMO: a Graphical Interactive Student Monitoring Tool for Course Management Systems", TEL'04 Technology Enhanced Learning '04 International Conference, Mila Italy, 2004.
- [44] R. Mazza and V. Dimitrova, "Generation of graphical representations of student tracking data in course management systems," presented at the Information Visualization, 2005. Proceedings. Ninth International Conference on, London, UK, 2005
- [45] D. Gómez, F. Garcia-Peñalvo, R. Therón (2014). Visual Analytics, for virtual education platforms , CISTI 2014, Universidad de Salamanca, Salamanca, España.
- [46] D. Gómez, F. Garcia-Peñalvo, R. Therón (2013). Evaluación visual de las relaciones entre participación de los estudiantes y sus resultados en entornos de e-learning. SINTICE 2013, Universidad de Salamanca, Salamanca, España.
- [47] S. Buckingham, R. Ferguson (2012). Social Learning Analytics. Educational Technology & Society, 15(3), 3-26. The Open University, Reino Unido.
- [48] SNAPP - Social Networks Adapting Pedagogical Practice [online]. Available: http://www.snappvis.org/?page_id=4 [Accessed: Julio 10, 2015]
- [49] Sproutsocial [online]. Available : <http://es.sproutsocial.com/> . [Accessed: Mayo 30, 2015]
- [50] Rio salado aims to make analytics the backbone of the college (2015) [online]. Available: http://www.civitaslearningspace.com/rio_salado_aims_to_make_analytics_the_backbone_of_the_college/ . [Accessed: Abril 15, 2015]
- [51] Arnold, K. E. & Pistilli, M. D. (2012). Course signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success. In Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (pp. 267–270).
- [52] Barber, R. & Sharkey, M. (2012). Course correction: using analytics to predict course success. In Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (pp. 259–262).
- [53] Sie, R. L., Ullmann, T. D., Rajagopal, K., Cela, K., Rijpkema, M. B. & Sloep, P. B. (2012). Social network analysis for technology-enhanced learning: review and future directions. International Journal of Technology Enhanced Learning, 4(3/4), 172–190.
- [54] A. Atif, D. Richards, A. Bilgin, M. Marrone (2013). Learning Analytics in Higher Education: A Summary of Tools and Approaches. 30th ascilite Conference, 1-4 Diciembre 2013, Macquarie University, Sidney.
- [55] A. De Liddo, S. Buckingham, I. Quinto, M. Bachler, L. Cannavacciuolo (2011). Discourse-Centric Learning Analytics. LAK 2011: 1st International Conference on Learning Analytics & Knowledge, 27 Feb - 01 Mar 2011, Banff, Alberta.

- [56] Ferguson, R.: The Construction of Shared Knowledge through Asynchronous Dialogue. PhD thesis, The Open University. Chapter 2. pp.44-51 (2009,) <http://oro.open.ac.uk>
- [57] The Potencial of Learning Analytics and Big Data [online. Available: <http://www.ariadne.ac.uk/issue71/charlton-et-al> . [Accessed: Abril 30, 2014]
- [58] B. Dietz-Uhler, J. E. Hurn (2013). Using Learning Analytics to Predict (and Improve) Student Success: A faculty Perspective. *Journal of Interactive Online Learning*, Volume 12, Number 1, Miami University, USA.
- [59] Learning Analytics: instrumento para la mejora del aprendizaje competencial [online]. Available: <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/?Learning-analytics-instrumento>. [Accessed: Abril 30, 2015]
- [60] Yang, T.-C., Hwang, G.-J., & Yang, S. J.-H. (2013). Development of an adaptive learning system with multiple perspectives based on students' learning styles and cognitive styles. *Educational Technology & Society*, 16 (4), 185–200.
- [61] Sperber, Dan y Deirdre Wilson (1994), *La relevancia: comunicación y procesos cognitivos*, Madrid, Visor.
- [62] Grice, Paul (2005), "Lógica y conversación", en L. Valdés Villanueva (ed.), *La búsqueda del significado: lecturas de filosofía del lenguaje*, Madrid, Tecnos, pp. 511–530.
- [63] M. H. Trejos Arroyave y D. F. Zamora Cardona, *Criterios de evaluación de plataformas de desarrollo de aplicaciones empresariales para ambientes web*, Pereira, Universidad tecnológica de Pereira, 2012, pp. 43-46.
- [64] Pereira, J., Sanz-Santamaría, S., Gutiérrez, J. (2014). Comparativa técnica y prospectiva de las principales plataformas MOOC de código abierto. *RED, Revista de Educación a Distancia*. Número 44. Número monográfico sobre "Buenas prácticas de Innovación Educativa: Artículos seleccionados del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013". Vitoria, País Vasco, España.
- [65] Primer Moodle MOOC: "Enseña online con Moodle, WizIQ y Google Drive" [online]. Available: <http://blogmooc.iei.ua.es/2013/08/Moodle-MOOC-WizIQ-GoogleDrive.html> [Accessed: Mayo 3, 2014]
- [66] MOOC: ¿Cuál es la mejor plataforma para los cursos online gratis? [online]. Available: <http://gestion.pe/empleo-management/mooc-cual-mejor-plataforma-cursos-online-gratis-2114820> [Accessed: Mayo 3, 2014]
- [67] Lenarta – P2PU Website [online]. Available: <https://www.openhub.net/p/lernanta> [Accessed: Marzo 20, 2015]
- [68] Google will collaborate with edX on MOOC.org, new destination and hosting site for online learning [online]. Available: <https://www.edx.org/press/edx-announces-partnership-google-expand> [Accessed: Mayo 4, 2014]
- [69] Keefe, J. W. (1991). *Learning style: Cognitive and thinking skills*. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals.
- [70] Keefe, J. (1988) *Aprendiendo perfiles de aprendizaje: manual de examinados*, Reston, VA : Asocia-cion Nacional Principal de Es. La Habana, Cuba.
- [71] C. Alonso, D. C. Gallego y J. Honey (1994), "Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora". Ediciones Mensajero. Bilbao, España.
- [72] P. Falco Gonzalez, *Estilos de aprendizaje y estilos de enseñanza* [online]. Available: <http://es.slideshare.net/saunithcharrispatcheco/estilos-de-aprendizaje-10624328> . [Accessed: Junio 1, 2015]
- [73] VARK. A guide to Learning Styles [online]. Available: <http://vark-learn.com/> [Accessed: Junio 1, 2015]
- [74] *Estilos de aprendizaje VARK*. [online]. Available: <http://www.orientacionandujar.es/wp-content/uploads/2014/05/los-estilos-de-aprendizaje-VARK.pdf> [Accessed: Junio 2, 2015]
- [75] C. Edeki, "Agile Unified Process," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Appl. IJCSMA*, vol. 1, pp. 13–17, 2013

- [76] Manifiesto for Agile Software Development [online]. Available: <http://www.agilemanifesto.org/> [Accessed: Junio 10, 2015]
- [77] M. Pineda. Diseño e implantacion de una tecnologia para el desarrollo de aplicaciones enfocadas en la utilizacion de las metodologias agiles (2011). Universidad EAFIT, medellin, Colombia. https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/2436/PinedaVasquez_MarlonAlexander_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Accessed: marzo 7, 2015]
- [78] Weitzenfeld, A., 2004, Ingeniería de Software Orientada a Objetos con UML, Java e Internet, Cengage (Thomson) Learning (ISBN 970-686-190-4)
- [79] Open edX Architecture [online]. Available: <https://open.edx.org/contributing-to-edx/architecture> [Accessed: Enero 15, 2015]
- [80] edX Research Guide [online] Available: <http://edx.readthedocs.org/en/latest/> [Accessed: Enero 15, 2015]
- [81] Extending edX [online]. Available: <https://open.edx.org/extending-edx> [Accessed: Enero 15, 2015]
- [82] Repositorio edX/Xblock-sdk [online] Available: <https://github.com/edx/xblock-sdk> [Accessed: Enero 15, 2015]
- [83] Open edX – Deployment Options [online] Available: <https://open.edx.org/deployment-options> [Accessed: Enero 15, 2015]

Anexos

Anexo A

Valores y principios del Manifiesto Ágil

A.1. Valores

El Manifiesto Ágil describe cuatro valores para el desarrollo ágil:

1. Los individuos e interacciones por encima de procesos y herramientas
2. Software funcional por encima de documentación amplia
3. Colaboración del cliente por encima de negociación de contrato
4. Responder al cambio por encima de seguir un plan

A.2. Principios

El Manifiesto Ágil incluye los siguientes principios:

1. La prioridad más alta es satisfacer al cliente con entregas tempranas y continuas de software valorable.
2. Bienvenidos requisitos cambiantes, incluso en desarrollo avanzado. Los procesos ágiles utilizan el cambio para dar ventaja competitiva al cliente.
3. Entregar software funcional frecuentemente, desde un par de semanas a un par de meses, con preferencia a la escala de tiempo más corta.
4. Empresarios y desarrolladores trabajan juntos diariamente durante el proyecto.
5. Construir proyectos con personas motivadas. Entregarles el entorno y soporte que necesitan y confiar que harán el trabajo.
6. El método más efectivo y eficiente para transmitir información desde y hacia un equipo de desarrollo es la conversación cara a cara.
7. El software funcional es la principal medida de progreso.
8. Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los patrocinadores, desarrolladores y usuarios deberían ser capaces de mantener un ritmo constante de manera indefinida.
9. La atención continua a la excelencia técnica y buen diseño mejoran la agilidad.

-
10. Simplicidad – el arte de maximizar la cantidad de trabajo no hecho – es esencial.
 11. Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos auto-organizados.
 12. En intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre cómo llegar a ser más eficaz, para luego ajustar su comportamiento de manera correspondiente.

Anexo B

Casos de uso extendidos de funciones no modificadas de la plataforma Open edX

Caso de uso	Crear cuenta	
Código	CU 01	
Actor(es)	Estudiante, profesor, administrador	
Propósito	Permitir al actor registrarse en la plataforma	
Resumen	El actor se registra en la plataforma con sus datos personales (nombre completo, Email) y especificando un nombre de usuario y contraseña.	
Precondiciones	Ninguna	
Flujo principal	<p>Acción del actor</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elige la opción “Registrar ahora” 4. Llena los campos 5. Acepta los términos del servicio. Si quiere leer los términos del servicio se continua con S-1 6. Selecciona la opción “Crear cuenta”. Se puede generar E-1 o E-2 	<p>Respuesta del sistema</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Presenta una pantalla con los campos que el usuario debe llenar para crear una cuenta: nombre completo, Email, nombre de usuario y contraseña. 3. Da la opción de ingresar el género, fecha de nacimiento, nivel de educación, dirección y la razón por la que realiza el curso. Estos campos no son obligatorios. 7. Registra los datos del actor en la Base de datos 8. Se genera S-2
Subflujos	<p>S-1: Ver términos del servicio Si el actor quiere leer los términos del servicio, elige esa opción y el sistema le presenta una pantalla con los términos del servicio.</p> <p>S-2: Activar cuenta El sistema envía un mensaje al Email del actor con un link a través del cual puede activar la cuenta que acaba de crear.</p>	
Excepciones	<p>E-1: El Email ya está registrado El actor ingresó un Email que ya se encuentra registrado en la base de datos y debe elegir otro para realizar el registro</p> <p>E-2: El nombre de usuario ya está registrado El actor ingreso un nombre de usuario que ya se encuentra en la base de datos y debe elegir otro nombre de usuario</p>	

Tabla B.1: Caso de uso extendido “Crear cuenta”

Caso de uso	Iniciar Sesión	
Código	CU 02	
Actor(es)	Estudiante, profesor, administrador	
Propósito	Permitir al actor ya registrado acceder a la plataforma	
Resumen	El actor inicia sesión mediante un <i>Email</i> y contraseña a verificarse con su respectivo registro, para poder acceder y utilizar la plataforma	
Precondiciones	Se requiere haber ejecutado anteriormente el caso de uso “Crear Cuenta”(CU01)	
Flujo principal	Acción del actor 1. Elige la opción “iniciar sesión” 3. Llena los campos <i>Email</i> y contraseña. Se puede generar S-1. 4. Selecciona la opción “Iniciar sesión”. Se puede generar E-1	Respuesta del sistema 2. Presenta la pantalla para iniciar sesión con los campos <i>Email</i> y contraseña. 5. Da acceso a la plataforma con las opciones disponibles según el tipo de usuario.
Subflujos	S-1: Recuperar contraseña El actor puede reemplazar su contraseña por otra, en caso de haberla olvidado. Ingresa su Email y el sistema envía un mensaje con un link donde se puede restablecer la contraseña	
Excepciones	E-1: Email o contraseña incorrectos El sistema informa que el Email o contraseña no se validó correctamente. El usuario debe ingresar sus datos nuevamente.	

Tabla B.2: Caso de uso extendido “Iniciar sesión”

Caso de uso	Consultar cursos disponibles	
Código	CU 03	
Actor(es)	Estudiante, profesor, administrador	
Propósito	Permitir al actor ver la oferta de cursos	
Resumen	El actor puede ver los cursos disponibles y la información de cada uno de ellos	
Precondiciones	Ninguna	
Flujo principal	Acción del actor 1. Elige la opción “Encontrar cursos” 3. Puede ver los cursos ofrecidos por otros usuarios. 4. Elige el curso del que desea ver mayor información. Se genera S-1	Respuesta del sistema 2. Muestra la lista de todos cursos disponibles
Subflujos	S-1: Mostrar información de un curso El sistema muestra la información sobre el curso: temática, requisitos, personal docente del curso, fecha de inicio, fecha de finalización.	
Excepciones	Ninguna	

Tabla B.3: Caso de uso extendido “consultar cursos disponibles”

Caso de uso	Inscribir en Curso	
Código	CU 04	
Actor(es)	Estudiante, profesor, administrador	
Propósito	Permitir al actor inscribirse en los cursos que este disponibles	
Resumen	El actor puede inscribirse en cualquiera de los cursos disponibles que no hayan terminado aún.	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso "Consultar cursos disponibles" y el subflujo "Mostrar información de un curso"	
Flujo principal	Acción del actor 1. Elige la opción "Registrar en <i>NombreCurso</i> ". Se puede generar E-1 4. Se puede generar S-1 y/o S-2	Respuesta del sistema 2. Añade el actor a la lista de estudiantes inscritos en el curso. 3. Presenta al actor la lista de cursos en los que está inscrito
Subflujos	S-1: Acceder a un curso El actor ingresa al curso en el que se inscribió y el sistema muestra la información general del mismo. El actor puede utilizar todas las herramientas del curso ejecutando. Dependiendo de la opción que elija se puede pasar a los casos de uso: "Ver recurso", "Presentar Test VARK", "Calificar recurso", "Presentar evaluación", "Consultar resultados de evaluación". S-2: Desertar del curso El actor tiene la posibilidad de retirarse del curso en el que está inscrito eligiendo la opción "Anular inscripción"	
Excepciones	E-1: Curso finalizado Si el curso ha llegado a su fin, el actor no podrá realizar la inscripción en el mismo.	

Tabla B.4: Caso de uso extendido "Inscribir en Curso"

Caso de uso	Presentar evaluación	
Código	CU 05	
Actor(es)	Estudiante, profesor, administrador	
Propósito	Permitir que el actor presente una evaluación	
Resumen	El actor puede presentar la evaluación sobre las diferentes unidades temáticas de un curso, donde se evalúen sus conocimientos sobre los temas abarcados en cada una de ellas.	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso "Inscribir curso" y el subflujo "Acceder a un curso"	
Flujo principal	Acción del actor 1. Elige la opción de presentar evaluación 3. Responde una pregunta. Se puede generar S-1 4. Elige chequear respuesta. 8. Continúa respondiendo las preguntas hasta el final del examen.	Respuesta del sistema 2. Muestra las preguntas de la evaluación 5. Comprueba la respuesta 6. Muestra si la respuesta es acertada o no 7. Guarda el resultado en la base de datos. 9. Repite los pasos 5, 6 y 7
Subflujos	S-1: Guardar respuesta El actor puede elegir guardar la respuesta que dio a una pregunta. Esta opción no verifica si una respuesta está bien o mal, guarda la selección del actor para que posteriormente pueda cambiar su respuesta o chequearla.	
Excepciones	Ninguna	

Tabla B.5: Caso de uso extendido "Presentar evaluación"

Caso de uso	Consultar resultados de evaluación	
Código	CU 06	
Actor(es)	Estudiante, profesor, administrador	
Propósito	Permite a un actor consultar los resultados de su evaluación	
Resumen	El actor puede consultar el puntaje obtenido, las preguntas acertadas y los errores que tuvo durante la evaluación.	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso "Inscribir curso" y el subflujo "Acceder a un curso"	
Flujo principal	Acción del actor 1. El actor elige la opción "progreso"	Respuesta del sistema 2. Muestra el porcentaje obtenido en cada una de las evaluaciones, el promedio del puntaje de todas y las respuestas acertadas o erradas en cada una.
Subflujos	Ninguno	
Excepciones	Ninguna	

Tabla B.6: Caso de uso extendido "Consultar resultados de evaluación "

Caso de uso	Consultar usuarios inscritos	
Código	CU 07	
Actor(es)	Profesor, administrador	
Propósito	Permite al actor ver la lista de estudiantes en uno de sus cursos	
Resumen	El actor puede ingresar al curso creado por él y obtener el dato de cuantos estudiantes están inscritos en su curso y quienes realizaron dicha inscripción	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso "Gestionar curso"	
Flujo principal	Acción del actor 1. Ingresa al curso 2. Elige la opción "Instructor" 4. Se puede generar S-1	Respuesta del sistema 3. Muestra la información del curso iniciando con el número de estudiantes inscritos en el mismo.
Subflujos	S-1: Consultar información de miembros del curso El actor elige la opción "Mostrar estudiantes enrolados" y el sistema le muestra la información de inscripción únicamente de los estudiantes de los cursos que ha creado.	
Excepciones	Ninguna	

Tabla B.7: Caso de uso extendido "Consultar usuarios inscritos "

Caso de uso	Consultar libro de calificaciones	
Código	CU 08	
Actor(es)	Profesor, administrador	
Propósito	Permite al actor consultar las calificaciones de los alumnos de su curso	
Resumen	El actor puede consultar los resultados de las evaluaciones de los miembros de uno de sus cursos, de manera general o de manera individual	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el Caso de uso "Gestionar curso"	
Flujo principal	Acción del actor 1. Elige la opción "Gradebook" 3. Se puede generar S-1	Respuesta del sistema 2. Muestra la lista, en orden alfabético, con los miembros del grupo, su calificación en cada evaluación y el promedio de calificaciones.
Subflujos	S-1: Consultar la información de un estudiante El actor puede elegir de la lista, uno de los miembros del curso y ver las calificaciones del mismo en cada evaluación y el valor promedio	
Excepciones	Ninguna	

Tabla B.8: Caso de uso extendido "Consultar libro de calificaciones"

Caso de uso	Gestionar evaluaciones	
Código	CU 09	
Actor(es)	Profesor, administrador	
Propósito	Permite a los actores gestionar las evaluaciones de sus cursos	
Resumen	El actor puede ver, crear, modificar y eliminar diferentes tipos de pregunta para realizar la gestión de las diferentes evaluaciones	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado sesión y se debe haber ejecutado el caso de uso "Gestionar curso"	
Flujo principal	<p>Acción del actor</p> <ol style="list-style-type: none"> Dentro de una sección del curso elige crear una nueva subsección llamada "Evaluación" Crea una unidad "evaluación" Elige la componente problema Elige las preguntas que desea poner en la evaluación Modifica la pregunta según la necesidad Se repiten los pasos 6, 8 y 9 dependiendo de la cantidad de preguntas que desee poner en la evaluación Se puede generar S-1, S-2 o S-3 	<p>Respuesta del sistema</p> <ol style="list-style-type: none"> Crea la subsección dentro de la estructura del curso. Crea la unidad dentro de la estructura del curso Muestra las componentes (Muro de discusión, texto HTML, problema o video) Muestra las diferentes opciones de preguntas Guarda la estructura de la evaluación Se repiten los pasos 5, 7 y 10 dependiendo de la cantidad de preguntas que se desee poner
Subflujos	<p>S-1: Ver pregunta Una vez creada la pregunta, el actor puede ver como luce terminada (vista previa)</p> <p>S-2: Modificar Pregunta El actor puede elegir la opción "Editar" y cambiar tanto la pregunta y como el tipo de pregunta</p> <p>S-3: Eliminar pregunta El actor puede elegir la opción "Eliminar", para borrar una de las preguntas que ha creado previamente.</p>	
Excepciones	Ninguna	

Tabla B.9: Caso de uso extendido "Gestionar evaluaciones"

Caso de uso	Extraer información	
Código	CU 10	
Actor(es)	Administrador	
Propósito	Permitir extraer los datos guardados en la base de datos	
Resumen	El actor ingresa a la consola del administrador de django y puede tener acceso a todos los registros correspondientes a las interacciones de los estudiantes, guardados en la base de datos	
Precondiciones	Se debe haber ejecutado el caso de uso "Iniciar sesión"	
Flujo principal	<p>Acción del actor</p> <ol style="list-style-type: none"> Ingresa a la consola de administrador Selecciona la opción "Modulo de estudiante" Selecciona uno de los registros 	<p>Respuesta del sistema</p> <ol style="list-style-type: none"> Muestra la consola de administrador de django Despliega los registros almacenados en la base de datos de todas las interacciones de los estudiantes Muestra el registro indicando el tipo, el identificador, nombre del usuario, id de curso y datos recogidos.
Subflujos	Ninguno	
Excepciones	Ninguna	

Tabla B.10: Caso de uso extendido "Extraer información"

Anexo C

Redes de coautoría

En la Figura C.1 hasta la Figura C.6, se puede observar un ejemplo de una red de coautoría. Los nodos representan los autores del artículo. Existe una arista entre dos nodos si los autores conjuntamente son los coautores de un artículo.

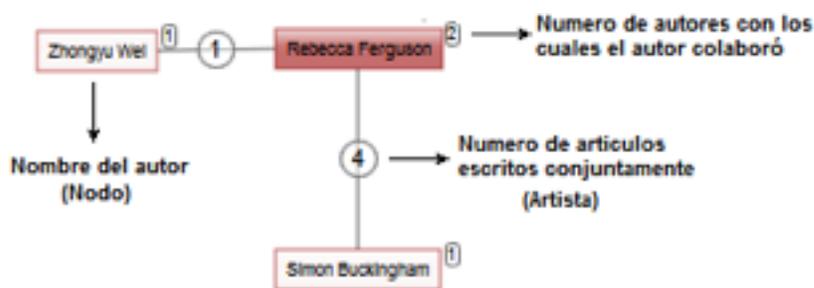


Figura C.1: Ejemplo de una red de coautoría

Desde la Figura C.3 hasta la Figura C.6., se muestran las redes de autores presentando las relaciones existentes entre los mismos (se muestran únicamente las redes de más de 6 autores que se consideran significativas). De los 322 autores que han publicado artículos sobre el tema: nueve autores publicaron artículos de manera aislada, 24 publicaron en parejas, 177 autores hacen parte de grupos pequeños (entre tres y seis autores), y 112 autores conforman grupos grandes (de siete o más autores). Esto refleja una gran colaboración entre los diferentes autores, conformando comunidades en el campo de Learning Analytics. El color de cada nodo va de rosado a rojo, siendo más oscuro cuanto mayor sea la cantidad de publicaciones asociadas al autor. Los autores con mayor cantidad de publicaciones tienden a publicar en grandes redes y por lo tanto los autores más productivos son aquellos que más colaboran.

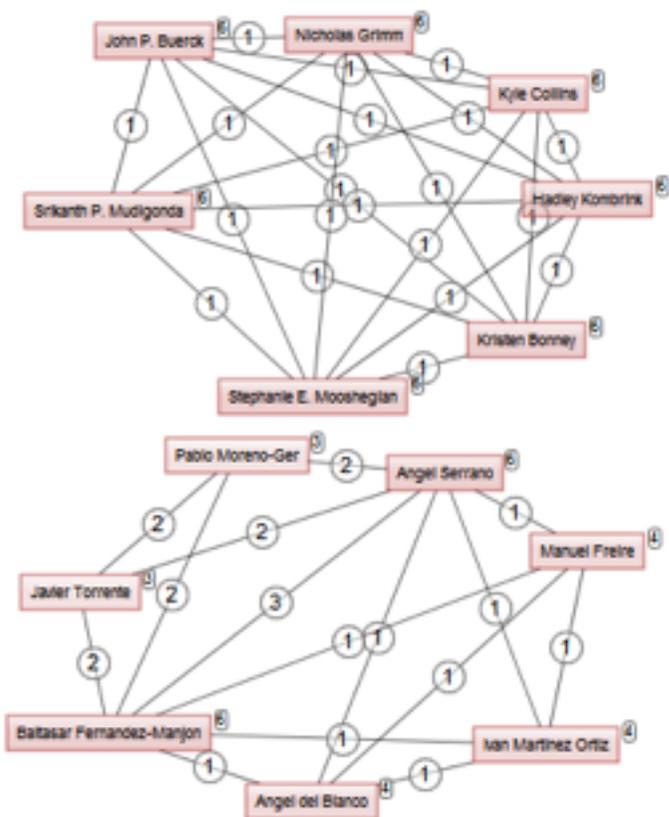


Figura C.2: Redes de 7 autores

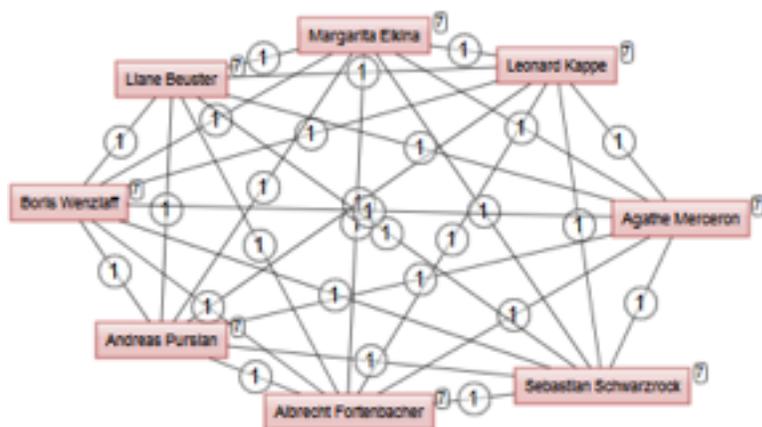


Figura C.3: Redes de 8 autores



Figura C.4: Redes de 10 autores

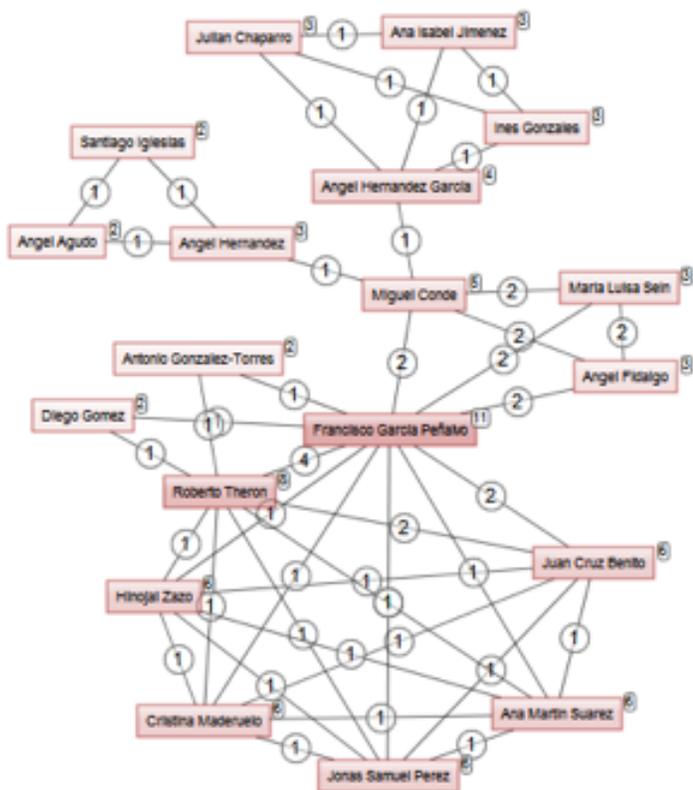


Figura C.5: Redes de 21 autores

Anexo D

Manual de usuario Open edX en la Universidad del Cauca



El propósito de este documento es presentar los pasos a seguir para la inscripción en la plataforma OPEN EDX implementada en la Universidad del Cauca. También presenta una guía para el correcto desarrollo del curso de Introducción a aplicaciones móviles Android.

D.1. Acceso a la plataforma

Abrir cualquier navegador e ingresar a la dirección:

`plantel.unicauca.edu.co:8000`

Esa dirección los lleva a la página de inicio de la plataforma como se muestra en la Figura D.1

D.2. Inscripción

Ir a **REGISTER NOW** y llenar los datos en el formulario de inscripción, aceptar los términos y condiciones y dar click en **Create Your Account**. (Figura D.2)



Figura D.1: Pantalla de inicio Open edX en la Universidad del Cauca

D.3. Activación de la cuenta

Una vez creada la cuenta, se envía mensaje a su correo electrónico para realizar la activación de la misma. (Figura D.3)

Debe ingresar al link para activar su cuenta y debe aparece una nueva pestaña con el mensaje que se muestra en la Figura D.4.

D.4. Inscripción al curso

Dan click en el botón **FIND COURSES** y en la nueva pantalla les deben aparecer los cursos disponibles. (Figura D.5)

Actualmente se ofrecen 1 curso distribuido en 3 grupos diferentes; todos tienen los mismos materiales pero cada uno cuenta con una configuración particular. Por favor, elegir el curso **INTRODUCCION AL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES (ADROID – GRUPO 1)**.

En la siguiente pantalla se muestra la información general del curso. Dar Click en **REGISTER FOR UDC001**. (Figura D.6)

En este momento ya se encuentra registrado en el curso y puede iniciar su proceso de aprendizaje haciendo click en **VIEW COURSE**. (Figura D.7)

D.5. Guía para el desarrollo del curso

En la pantalla de inicio se hace una introducción al curso y se menciona la metodología a seguir para su desarrollo. Deben dirigirse a la pestaña **COURSEWARE**. (Figura D.8)

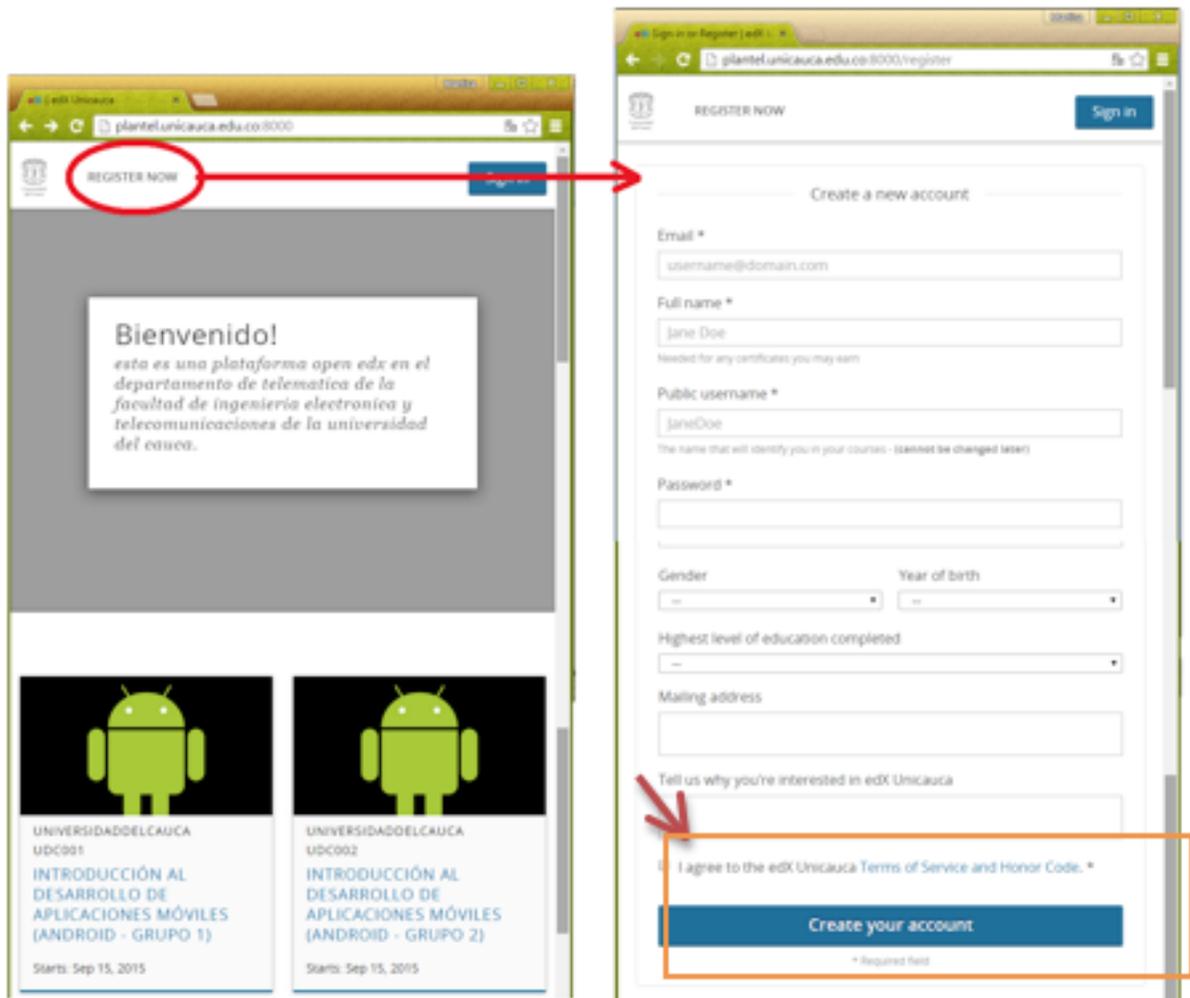


Figura D.2: Registro



Figura D.3: Correo de activación

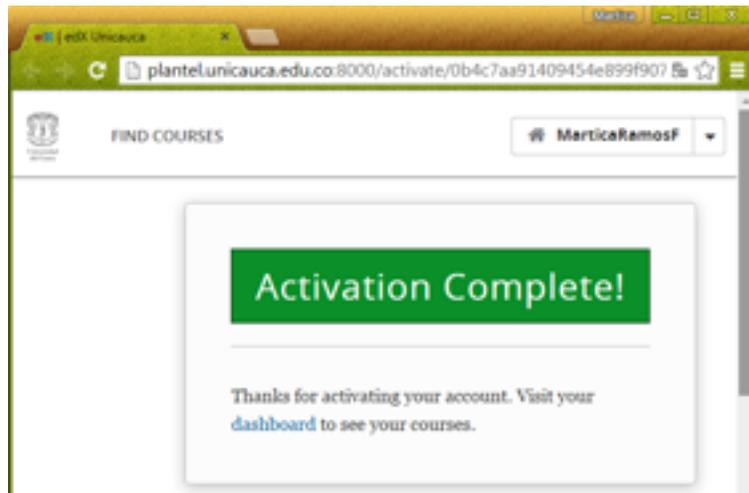


Figura D.4: Activación completada

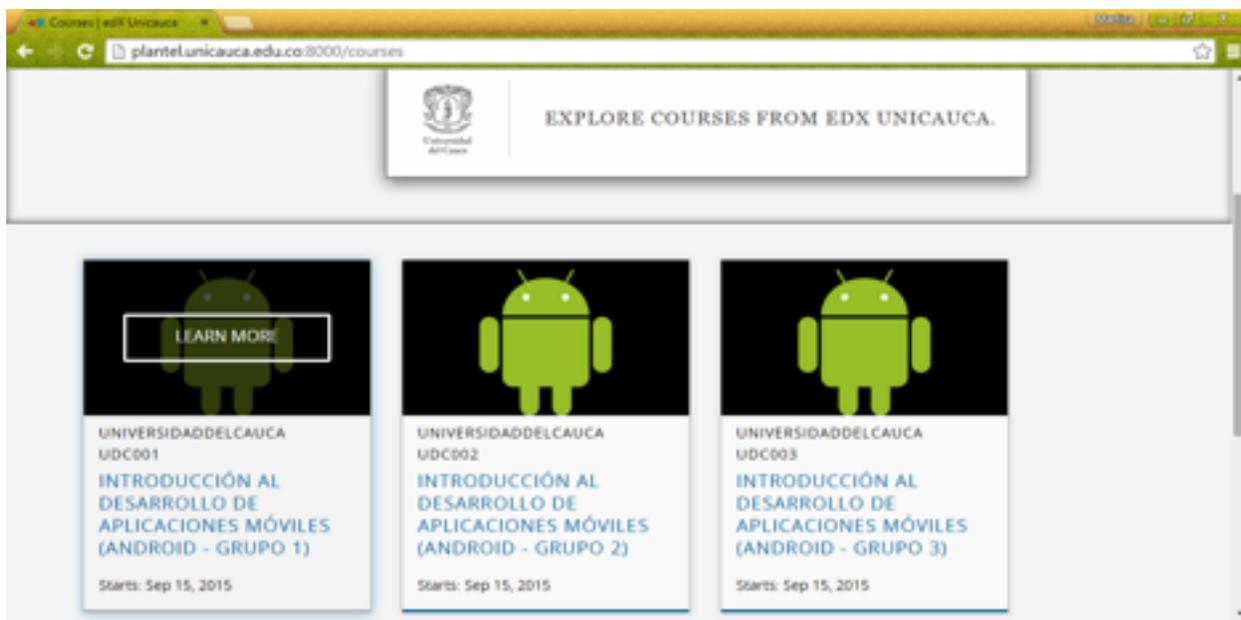


Figura D.5: Explorar cursos

En esa sección se presenta todo el material del curso: el test inicial para determinar tu estilo de aprendizaje, y los 2 módulos del curso. (Figura D.9)

En primer lugar, **DEBEN llenar el test de estilo de aprendizaje.**

Una vez hayan terminado de llenar el test, se dirigen directamente al módulo 1 del curso (Conceptos Básicos – Modulo 1) (Figura D.10)

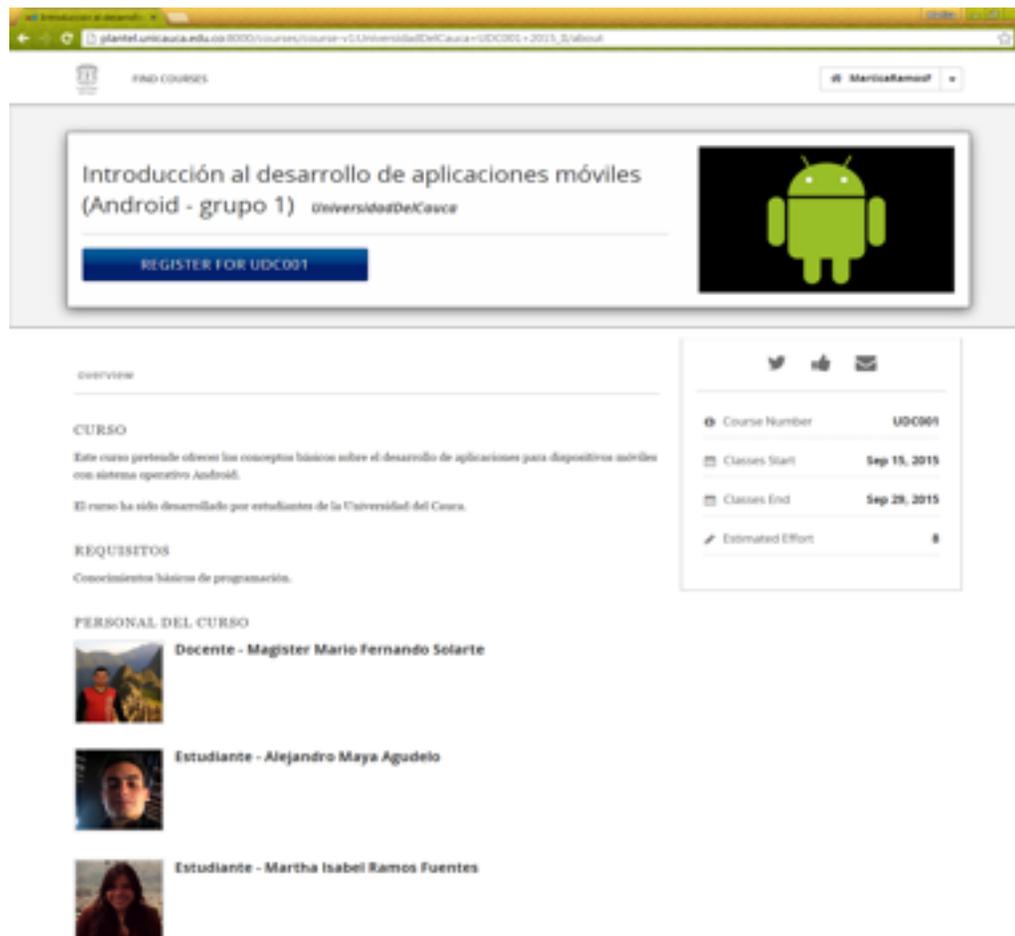


Figura D.6: Descripción de un curso

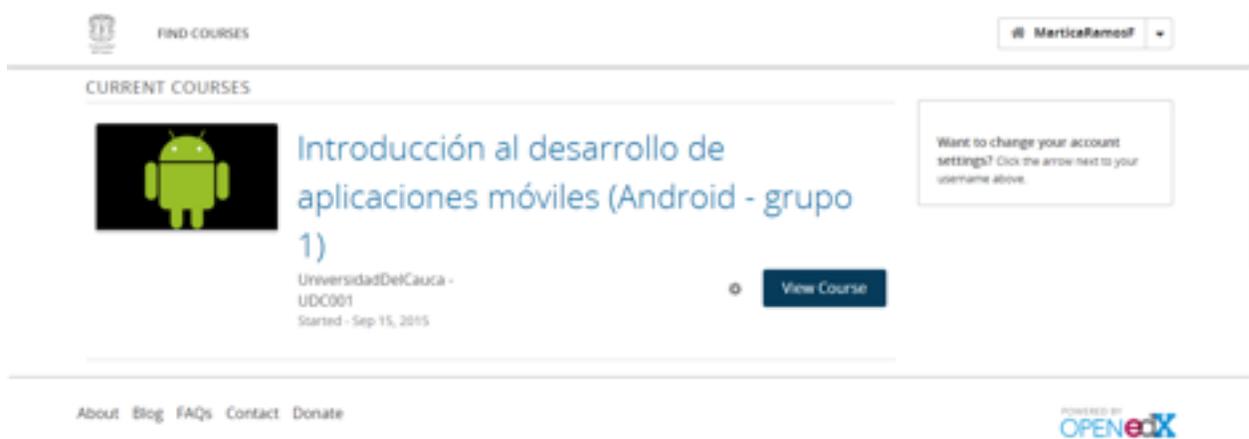


Figura D.7: Ver curso

Esta opción los llevará directamente a la primera unidad del curso en donde se les mostrará el material del primer capítulo, según el resultado del Test de estilo de aprendizaje. (Figura D.11)



Figura D.8: Contenido del curso

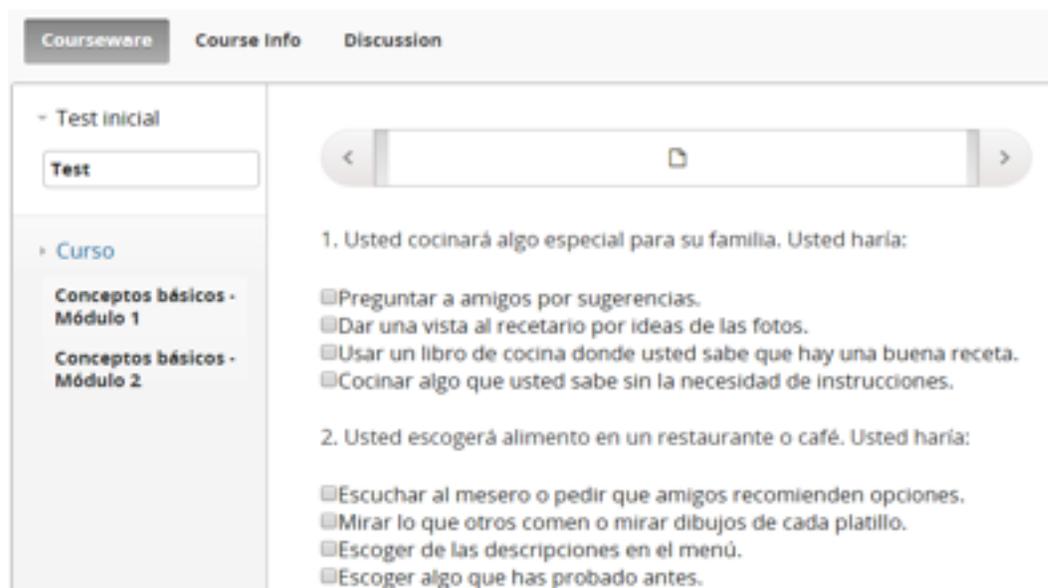


Figura D.9: Test inicial



Figura D.10: Cambio de unidad

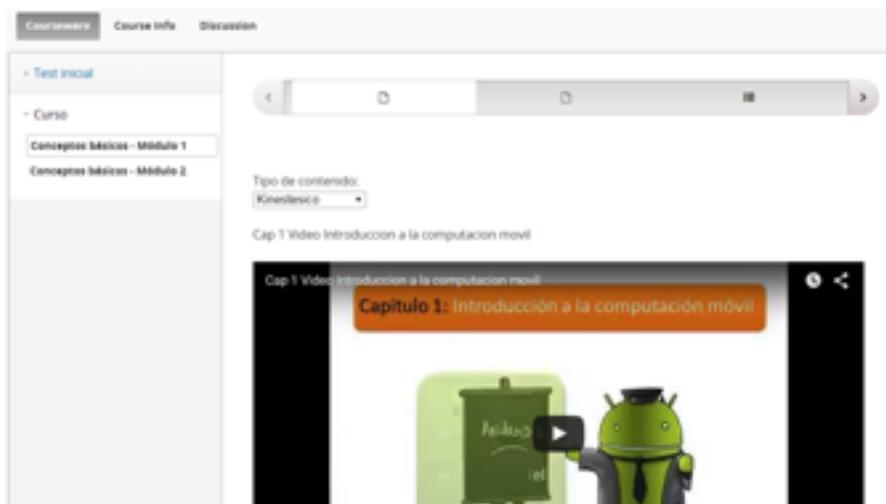


Figura D.11: Primera unidad temática

Lo ideal es que vean el contenido en el formato que se les asignó, pero si lo desean pueden cambiar el tipo de contenido que se les muestra inicialmente, realizando una selección en la lista desplegable en la parte superior. (Figura D.12)

NOTA: Para realizar el curso completo, no es necesario que vean el mismo contenido en todos los formatos (Audio, video o lectura). Solo es necesario que vean el contenido en el formato que se les asignó (recomendado) o en el que ustedes prefieran o se sientan cómodos.

Si desean ayudar a la retroalimentación del curso, pueden calificar el tipo de material que les fue mostrado de 1 a 5 estrellas donde: 1 estrella (deficiente) y 5 estrellas (excelente).

Una vez terminada la **unidad 1** hacen click en el BOTÓN siguiente (Figura D.13), ubicado en la parte inferior de la página, que los va a llevar a la **unidad 2**.

Una vez terminada la segunda unidad, deben ir a la sección Evaluación, correspondiente al **módulo 1**. (Figura D.14)

Cada vez que respondan una pregunta del examen deben darle click en **FINAL CHECK** para que califique inmediatamente su respuesta. (Figura D.15)

Se sigue el mismo proceso para el desarrollo del MODULO 2 (No es necesario llenar de nuevo el test; pasan directamente al segundo modulo).

Para consultar tu progreso puedes dirigirte a la pestaña “Progress” donde podrás consultar los resultados de tus exámenes y las preguntas acertadas y erradas. (Figura D.16)

Recomendación Sobre los materiales: si utilizan el tipo de contenido “VISUAL”, pueden cambiar la resolución del video a “HD” en la consola de configuración de youtube para que sea más claro. (Figura D.17)

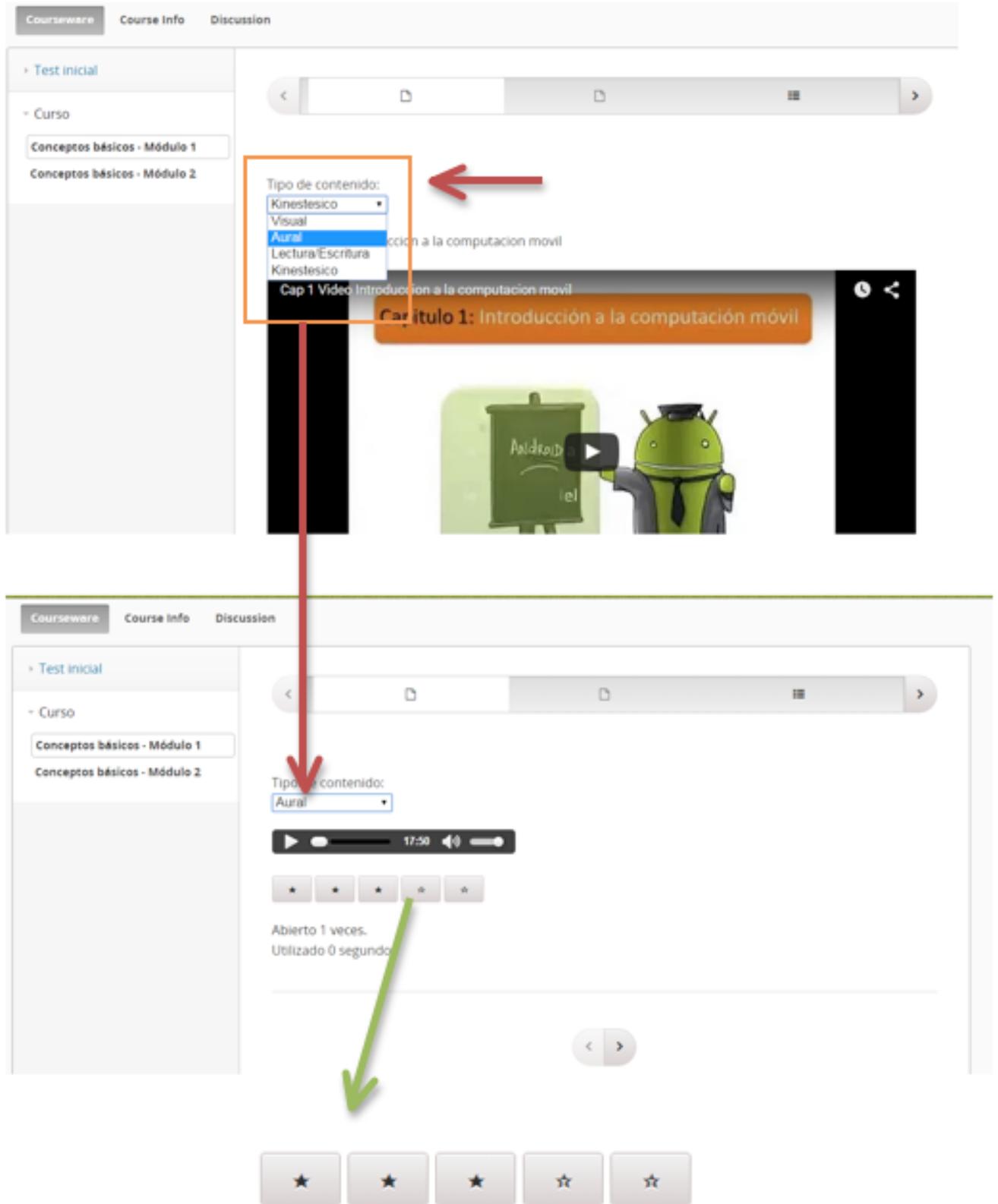


Figura D.12: Cambio de tipo de contenido



Figura D.13: Botón "siguiente"

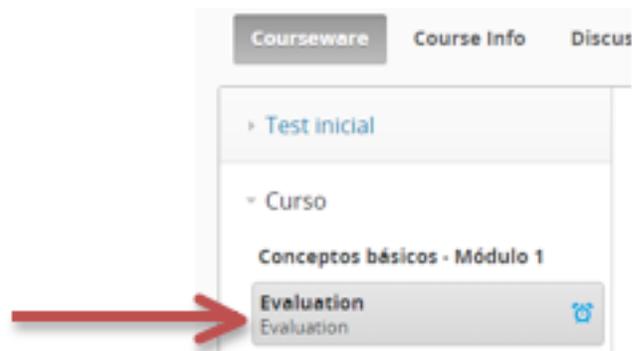


Figura D.14: Evaluación



Figura D.15: Calificar respuesta

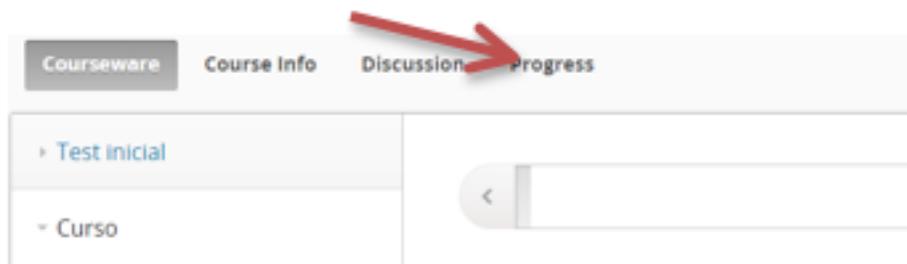


Figura D.16: Progreso del curso



Figura D.17: Ajustar calidad de video

Anexo E

Manual de usuario del instructor

NOTA: Si usted desea tomar cualquiera de los cursos disponibles en la plataforma Open edX, por favor remítase al Manual de usuario

Para la extracción de la información recopilada por los XBlocks, es necesario acceder a la consola administrativa del servidor Django sobre el cual se ejecuta el LMS. Para ello, ingresamos en el navegador web la URL del LMS seguida de “/admin”, lo que nos llevará a la consola. (Figura E.1)



Figura E.1: Consola de administración

Una vez allí, se nos solicitará autenticarnos, para así garantizar que el usuario si disponga de los permisos necesarios para acceder a la consola (super usuario). (Figura E.2)

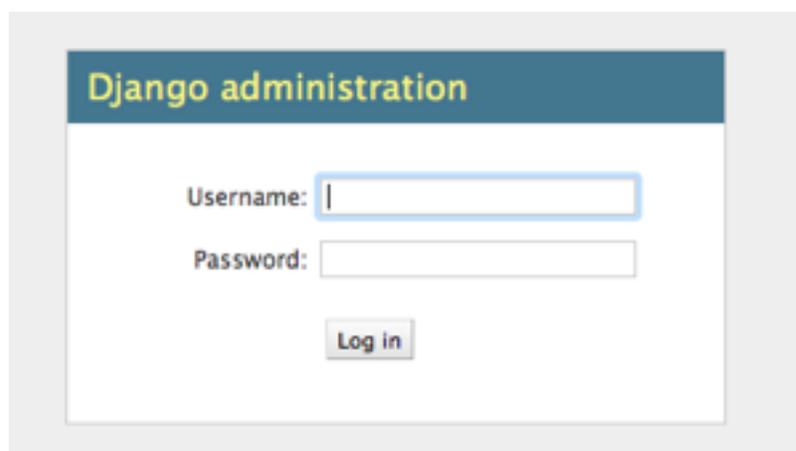


Figura E.2: Autenticación

Una vez nos autenticamos como usuario con permisos, se nos desplegarán las opciones a las que tenemos acceso. (Figura E.3)

Django administration

Site administration

Assessment	
AI classifier sets	Add Change
AI grading workflows	Add Change
AI training workflows	Add Change
Assessment feedbacks	Add Change
Assessments	Add Change
Peer workflows	Add Change
Rubrics	Add Change

Auth	
Groups	Add Change
Users	Add Change

Branding	
Branding api configs	Add Change
Branding info configs	Add Change

Bulk_Email	
Course authorizations	Add Change
Course email templates	Add Change
Course emails	Add Change
Optouts	Add Change

Certificates	
Badge image configurations	Add Change
Certificate generation configurations	Add Change
Certificate html view configurations	Add Change

Cors_Csrf	
X domain proxy configurations	Add Change

Course_Modes	
Course modes	Add Change

Course_Structures	
Course structures	Add Change

Courseware	
Offline computed grade logs	Add Change
Offline computed grades	Add Change
Student modules	Add Change

Credit	
Credit courses	Add Change
Credit eligibilities	Add Change
Credit providers	Add Change
Credit requests	Add Change

Recent Actions	
My Actions	
CourseStructure object	Course structure
IsaFuentes	User
[CourseEnrollment] Alejandro:	course-v1:UniversidadDelCauca+UDC001+2015_IJ (2015-09-15 17:03:22+00:00); active: (False)
	Course enrollment
[CourseEnrollment] Alejandro:	course-v1:Unix+01+01 (2015-09-15 20:20:29+00:00); active: (True)
	Course enrollment
[CourseEnrollment]	MarthaRamos: course-v1:UniversidadDelCauca+UDC001+2015_IJ (2015-08-20 20:57:17+00:00); active: (False)
	Course enrollment
[CourseEnrollment] slorq:	course-v1:UniversidadDelCauca+UDC001+2015_IJ (2015-09-14 17:46:27+00:00); active: (False)
	Course enrollment
[CourseEnrollment]	MarticaRamos: course-v1:UniversidadDelCauca+UDC001+2015_IJ (2015-09-14 19:23:35+00:00); active: (True)
	Course enrollment
[CourseEnrollment] piperamos:	course-v1:UniversidadDelCauca+UDC001+2015_IJ (2015-09-15 17:14:20+00:00); active: (True)
	Course enrollment
[CourseEnrollment] Isafuentes:	course-v1:UniversidadDelCauca+UDC001+2015_IJ (2015-09-15 17:27:00+00:00); active: (True)
	Course enrollment
[CourseEnrollment] TataRamos:	course-v1:UniversidadDelCauca+UDC001+2015_IJ (2015-09-15 17:39:48+00:00); active: (True)
	Course enrollment

Figura E.3: Consola de administración Django

Debemos localizar el grupo “Courseware” y seleccionar la opción “Student modules”. (Figura E.4)

Al seleccionar la opción Student modules, se nos desplegarán todos los registros almacenados sobre interacciones de los estudiantes, como pueden ser el progreso actual dentro de un curso, última unidad vista, intentos realizados al responder determinado problema, estado actual de un XBlock, entre otros. (Figura E.5)

Change student module

Module type:	<input type="text" value="problem"/>
Module state key:	<input type="text" value="block-v1:UniversidadDelCauca+UDC002-"/>
Student:	<input type="text" value="slorq"/>
Course id:	<input type="text" value="course-v1:UniversidadDelCauca+UDC002-"/>
State:	<input "countastate":="" "countbstate":="" "countdstate":="" 2,="" 3}"="" 9,="" countstate":="" type="text" value="{"/>
Grade:	<input type="text"/>
Max grade:	<input type="text"/>
Done:	<input type="text" value="NOT_APPLICABLE"/>

Module type:	<input type="text" value="problem"/>
Module state key:	<input type="text" value="block-v1:UniversidadDelCauca+UDC002-"/>
Student:	<input type="text" value="slorq"/>
Course id:	<input type="text" value="course-v1:UniversidadDelCauca+UDC002-"/>
State:	<input "canselectcontenttypestate":="" "display_namestate":="" "generalwatchedtimesweightstate":="" "groupnumberstate":="" "modulenumberstate":="" "personaltimeweightstate":="" "personalvoteweightstate":="" "personalwatchedtimesweightstate":="" "readwriteusetime":="" "readwritewatchedtimes":="" "totalreadwritewatchedtimesstate":="" 1,="" 1730,="" 2,="" 29,="" generalvoteweightstate":="" null}"="" type="text" value="{"/>
Grade:	<input type="text"/>
Max grade:	<input type="text"/>
Done:	<input type="text" value="NOT_APPLICABLE"/>

Figura E.6: Información de los registros

Anexo F

Evaluación Módulo 1

1. ¿Cuál es el recurso que se puede considerar el más vital en la computación?
 - a) El hardware únicamente porque es el que limita la memoria, procesamiento y por lo tanto el rendimiento de un dispositivo
 - b) El tamaño de los dispositivos y sus pantallas porque según sea el tamaño de un dispositivo electrónico.
 - c) **La atención humana porque define quien va a utilizar las aplicaciones**
 - d) El hardware y el software porque el hardware da las capacidades y el software lo aprovecha dando mayores recursos para un usuario
2. ¿Cuáles son las características de algo MÓVIL?
 - a) No debe estar conectado físicamente a ninguna parte
 - b) Debe tener batería durable
 - c) La batería debe ser fácil de cargar.
 - d) A y b con correctas
 - e) **Todas Son Correctas**
3. ¿Que es un Sketch?
 - a) **Boceto donde se plasma el diseño de pantallas y navegación de una aplicación**
 - b) Abarca todo el diseño gráfico, incluyendo la construcción de archivo .xml, para la interfaz de la aplicación móvil
 - c) Define la paleta de colores, iconos, imágenes, contenido y archivos de estilo css para el diseño de una pantalla.
 - d) Ninguna de la anteriores
 - e) Todas las anteriores.
4. ¿Cual de las siguientes versiones apareció mas tarde?
 - a) Froyo
 - b) Donut
 - c) Ice Cream Sandwish

-
- d) **Lollipop**
 - e) Apple pie
 - f) Jelly Bean

5. ¿Que ventaja tiene el diseño de una interfaz en un archivo .xml y no dentro de la misma actividad.java?

- a) No tiene ninguna ventaja en particular
- b) Se logra una ejecución mas rápida
- c) Se tiene mayor seguridad en el desarrollo de programas
- d) **Permite independizar el diseño grafico de la lógica de programación.**

6. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones no es correcta?

- a) Las baterías no eran ningún problema hasta que aparecieron los smarthphones
- b) No necesariamente una solución móvil es una solución inalámbrica
- c) **En los computadores, el sistema operativo predominante actualmente es Windows. Pero en el mundo móvil, Android no tiene ningún sistema operativo predominante.**
- d) En el mundo móvil, se requieren aplicaciones prácticas que no tengan tantas características como las del mundo de los PCs.
- e) Todas son correctas

7. ¿Qué es DALVIK?

- a) Máquina virtual de java estándar
- b) Es una componente de la segunda capa de Android
- c) Máquina virtual de android
- d) A y b son correctas
- e) **B y c son correctas**

8. Las herramientas que conforman el entorno de desarrollo de Android se listan a continuación:

Eclipse IDE

JDK 7 (Java developer Kit)

SDK Android

ADT plugin

¿En qué orden deben instalarse?

- a) 1,2,3,4
- b) 2,3,4,1
- c) 2,3,1,4
- d) 1,2,4,3
- e) **2,1,3,4**
- f) 3,2,1,4

-
9. ¿Cuáles son 4 las fases de diseño y desarrollo para aplicaciones móviles?
- a) Definición, Requisitos, Diseño gráfico, Implementación
 - b) Requisitos, Diseño del flujo de navegación, Modelado, pruebas
 - c) **Definición y requisitos, diseño de flujo de navegación, diseño gráfico, desarrollo**
 - d) Diseño Grafico, Diseño del flujo de navegación, modelado, implementación.
10. ¿Que se debe tener en cuenta para elegir una versión de Android para iniciar un desarrollo?
- a) Las herramientas que ofrece la versión
 - b) El mercado que abarca la versión
 - c) Las características del proyecto
 - d) A y b son correctas
 - e) A y c son correctas
 - f) **Todas las anteriores**
11. ¿Cuales son las capas de la arquitectura de Android?
- a) Sistema operativo, Middleware, aplicaciones del sistema
 - b) **Nucleo de Linux, Runtime de Android y librerías nativas, framework de aplicaciones y aplicaciones**
 - c) Nucleo de Linux, Nucleo de Adroid, librerías nativas, aplicaciones
 - d) A y b son correctas
 - e) Ninguna de las anteriores
12. ¿Que herramienta de Android permite la instalación de nuevas versiones de Android en el entorno ECLIPSE?
- a) AVD Manager
 - b) **SDK Manager**
 - c) Ninguno de los anteriores
 - d) A y b permiten ese tipo de instalación.
13. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la correcta
- a) La relación entre la experiencia de usuario y las características de una aplicación es lineal en el mundo de la computación móvil
 - b) En el mundo móvil, la inclusión de un gran número de características en una aplicación es de beneficio para los usuarios. Entre más Características tenga una aplicación es mejor.
 - c) Incluir muchas características en una aplicación móvil se traduce en la satisfacción del usuario porque tiene una aplicación con mayor número de funciones lo que la hace mas llamativa.
 - d) A y c son Correctas
 - e) **Ninguna afirmación es correcta**

14. ¿Qué es una aplicación móvil StandAlone?

- a) Aplicación que funciona que funciona sin necesidad de un sistema operativo
- b) **Aplicación que funciona sin conexión a internet**
- c) Es necesariamente un servicio(funciona sin interfaz gráfica)
- d) Todas las anteriores son correctas
- e) Ninguna de las anteriores es correcta

Anexo G

Evaluación Módulo 2

Las preguntas 1 a 4 dependen de la siguiente información: El ciclo de vida de una Activity esta conformado por los siguientes métodos

- onCreate()
- onResume()
- onDestroy()
- onPause()
- onStart()
- onStop()
- onRestart()

1. ¿Cuales son los métodos que se ejecutan para lanzar una actividad al usuario desde su estado inicial según su orden de ejecución?
 - a) onCreate() y onStart()
 - b) onStart(), onCreate() y onResume()
 - c) Unicamente on Start()
 - d) **OnCreate(), onStart() y onResume()**

2. ¿Que métodos se ejecutan cuando enviamos una aplicación a background(cuando se presiona el botón menú del dispositivo movil)?
 - a) Unicamente onStop()
 - b) Unicamente onPause()
 - c) **onPause() y onStop()**
 - d) onResume(), onPause y onStop()

3. ¿Que métodos se ejecutan para cerrar completamente una aplicación que en este momento esta activa?
 - a) **onPause(), onStop(), onDestroy()**

-
- b)* Unicamente onDestroy()
 - c)* onStop() y onDestroy()
 - d)* onResume(), onStop(), onDestroy()
4. ¿Qué métodos permiten la inicialización de una aplicación que se ha ido a background?
- a)* onStart() y onResume()
 - b)* **onRestart(), onStart() y onResume()**
 - c)* Unicamente onStart()
 - d)* onStart() y onResume()
 - e)* onStop(), onStart() y onResume()
5. ¿Qué archivo(s) conforma(n) una actividad?
- a)* Los archivos .java del directorio SRC
 - b)* Un archivo .java y los archivos del directorio res (recursos) que son usados por la app.
 - c)* **Un archivo .java para la lógica y un .xml para lo gráfico**
 - d)* Un archivo.class y un archivo.java
 - e)* Un archivo .class, un archivo .java y un archivo .xml
6. ¿Qué tipo de recursos se encuentran en el directorio res de una aplicación?
- a)* iconos e imágenes en todas las resoluciones
 - b)* cadenas, arreglos y colores
 - c)* el archivo R.java
 - d)* los archivos .xml que definen la interfaz de usuario
 - e)* a, b y c son correctas
 - f)* **a, b, y d son correctas**
 - g)* todas las anteriores
7. ¿Qué es un AVD?
- a)* **Es un dispositivo virtual que permite probar la aplicación**
 - b)* Es un archivo que permite la ejecución de la aplicación
 - c)* Es un dispositivo virtual que genera el .apk o instalador de la aplicación
 - d)* Es un administrador de que permite definir en que dispositivo corre correctamente la aplicación
 - e)* No existe AVD.
8. ¿Qué componentes de una aplicación Android se utilizan en el diseño de la interfaz gráfica?
- a)* **View y Layouts**
 - b)* Activities y Services
 - c)* Intents
 - d)* Content Provider

-
9. Que componente de Android se utiliza para compartir información
- a) View y Layouts
 - b) Activities y Services
 - c) Intents
 - d) **Content Provider**
10. Que componente de una aplicación android se utiliza para iniciar acciones?
- a) View y Layout
 - b) Activities y Services
 - c) **Intents**
 - d) Content Provider
11. Cual de las siguientes afirmación es es cierta teniendo en cuenta el siguiente codigo: `Button btn = (Button)findViewById(R.id.button);`
- a) Se busca una vista por el identificador “button”. Y lo convierte en un boton
 - b) Al objeto botón “btn” se le asigna el botón “button”
 - c) Se obtiene una representación en objeto del componente button
 - d) **Todas las anteriores**
 - e) B y c son correctas
12. Para las afirmaciones 12 a 15, escriba v (para verdadero) o f (para falso) según corresponda
Para manipular un objeto grafico declarado en un xml de debe obtener su representación como objeto java para poder manipularlo en la lógica. **RTA: v**
13. Una actividad debe heredad de la clase ACTIVITY, solo si necesita invocar los métodos onCreate() y onDestroy(). **RTA: f**
14. El atributo PackageName de la aplicación debe sustituirse por el dominio de la institución que publica la aplicación. **RTA: f**
15. Cuando se crea una aplicación, el directorio bin esta vacío porque no se ha compilado el código. **RTA: v**
16. ¿Qué función cumple la clase R.java?
- a) Se puede modificar manualmente para poder almacenar recursos en su interior
 - b) **Permite acceder a los recursos desde el código Java**
 - c) Realiza una conversión de los archivos xml a .java para poder presentar la interfaz grafica
 - d) Todas las anteriores
17. Cuando se hace uso de una LISTVIEW se debe cumplir lo siguiente:
- a) La Actividad donde está la lista debe heredar de ListActivity
 - b) Declarar un ArrayAdapter para que obtenga la información de la fuente de información que el ListView va a desplegar

-
- c) Utilizar el método `onListItemClick` para detectar la elección del usuario en la lista
- d) **Todas las anteriores**
- e) Ninguna de las anteriores
18. Cuando se tiene una aplicación con múltiples actividades, estas deben estar declaradas en:
- a) **El archivo `AndroidManifest.xml`**
- b) El fichero xml que tiene como vista
- c) El archivo `.java` de la actividad principal
- d) No es necesario declararlas
19. Los Intents utilizan los EXTRAS para enviar y recibir información entre actividades. ¿Que método se utiliza para enviar información a una actividad lanzada a través de un intent?
- a) `StartActivity()`;
- b) `setExtra()`;
- c) `getExtra()`;
- d) `setActivity()`
- e) **`putExtra()`;**
20. Un intent es creado a través del código: `Intent i = new Intent(actividad1, actividad2)`; ¿que tipo de parámetro va en actividad 1 y actividad 2 respectivamente?
- a) El nombre del paquete de la actividad actual y el nombre del paquete de la actividad a la que me va a llevar i.
- b) **Nombre de la actividad actual y nombre la actividad a la que va a llevar i.**
- c) La referencia al archivo xml de la actividad actual a través de R (`R.layout.ActividadActual.xml`) y la referencia al archivo xml de la actividad a la que va a llevar i (`R.layout.ActividadDestino.xml`)
- d) La línea de código está errada. La clase Intent no lleva ningún parámetro.

Anexo H

Test VARK

1. Usted cocinará algo especial para su familia. Usted haría:
 - Preguntar a amigos por sugerencias.
 - Dar una vista al recetario por ideas de las fotos.
 - Usar un libro de cocina donde usted sabe que hay una buena receta.
 - Cocinar algo que usted sabe sin la necesidad de instrucciones.
2. Usted escogerá alimento en un restaurante o café. Usted haría:
 - Escuchar al mesero o pedir que amigos recomienden opciones.
 - Mirar lo que otros comen o mirar dibujos de cada platillo.
 - Escoger de las descripciones en el menú.
 - Escoger algo que has probado antes.
3. Aparte del precio, qué más te influenciaría para comprar un libro de ciencia ficción:
 - Un amigo habla acerca de él y te lo recomienda.
 - Tiene historias reales, experiencias y ejemplos.
 - Leyendo rápidamente partes de él.
 - El diseño de la pasta es atractivo.
4. Usted ha terminado una competencia o un examen y le gustaría tener alguna retroalimentación. Te gustaría retroalimentarte:
 - Usando descripciones escritas de los resultados.
 - Usando ejemplos de lo que usted ha hecho.
 - Usando gráficos que muestran lo que usted ha logrado.
 - De alguien que habla por usted.
5. Usted tiene un problema con la rodilla. Usted preferiría que el doctor:
 - Use un modelo de plástico y le enseñe lo que está mal.
 - Le dé una página de internet o algo para leer.

-
- Le describa lo qué está mal.
 - Le enseñe un diagrama de lo que está mal.
6. Usted está a punto de comprar una cámara digital o teléfono móvil. ¿Aparte del precio qué más influirá en tomar su decisión?
- Probarlo.
 - Es un diseño moderno y se ve bien.
 - Leer los detalles acerca de sus características.
 - El vendedor me informa acerca de sus características.
7. Usted no está seguro de cómo se deletrea trascendente o trascendente ¿Usted qué haría?
- Escribir ambas palabras en un papel y escojo una.
 - Pienso cómo suena cada palabra y escojo una.
 - Busco la palabra en un diccionario.
 - Veo la palabra en mi mente y escojo según como la veo.
8. Me gustan páginas de internet que tienen:
- Interesantes descripciones escritas, listas y explicaciones.
 - Diseño interesante y características visuales.
 - Cosas que con un click pueda cambiar o examinar.
 - Canales donde puedo oír música, programas de radio o entrevistas.
9. Usted está planeando unas vacaciones para un grupo. Usted quiere alguna observación de ellos acerca del plan. Usted qué haría:
- Usa un mapa o página de internet para mostrarles los lugares.
 - Describe algunos de los puntos sobresalientes.
 - Darles una copia del itinerario impreso.
 - Llamarles por teléfono o mandar un mensaje por correo electrónico.
10. Usted está usando un libro, CD o página de internet para aprender a tomar fotos con su cámara digital nueva. A usted le gustaría tener:
- Una oportunidad de hacer preguntas acerca de la cámara y sus características.
 - Esquemas o diagramas que muestran la cámara y la función de cada parte.
 - Ejemplos de buenas y malas fotos y cómo mejorarlas.
 - Aclarar las instrucciones escritas con listas y puntos sobre qué hacer.
11. Usted quiere aprender un programa nuevo, habilidad o juego en una computadora. Usted qué hace:
- Hablar con gente que sabe acerca del programa.
 - Leer las instrucciones que vienen en el programa.
 - Seguir los esquemas en el libro que acompaña el programa.

-
- Usa los controles o el teclado.
12. Estás ayudando a alguien que quiere ir al aeropuerto, al centro de la ciudad o a la estación del ferrocarril. Usted hace:
- Va con la persona.
 - Anota las direcciones en un papel (sin mapa).
 - Les dice las direcciones.
 - Les dibuja un croquis o les da un mapa.
13. Recuerde un momento en su vida en que usted aprendió a hacer algo nuevo. Trate de evitar escoger una destreza física, como andar en bicicleta. Usted aprendió mejor:
- Viendo una demostración.
 - Con instrucciones escritas, en un manual o libro de texto.
 - Escuchando a alguien explicarlo o haciendo preguntas.
 - Con esquemas y diagramas o pistas visuales.
14. Usted prefiere un maestro o conferencista que use:
- Demostraciones, modelos o sesiones prácticas.
 - Folletos, libros o lecturas.
 - Diagramas, esquemas o gráficos.
 - Preguntas y respuestas, pláticas y oradores invitados.
15. Un grupo de turistas quiere aprender acerca de parques o reservas naturales en su área. Usted:
- Los acompaña a un parque o reserva natural.
 - Les da un libro o folleto acerca de parques o reservas naturales.
 - Les da una plática acerca de parques o reservas naturales.
 - Les muestra imágenes de internet, fotos o libros con dibujos.
16. Usted tiene que hacer un discurso para una conferencia u ocasión especial. Usted hace:
- Escribir el discurso y aprendérselo leyéndolo varias veces.
 - Reunir muchos ejemplos e historias para hacer el discurso verdadero y práctico.
 - Escribir algunas palabras claves y practicar el discurso repetidas veces.
 - Hacer diagramas o esquemas que te ayuden a explicar las cosas.