

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



TESIS DOCTORAL

MECANISMOS DE INTERACCIÓN CENTRADOS EN  
RECURSOS MULTIMEDIA SOBRE ENTORNOS WEB  
SOCIALES COMO MODELO DE APRENDIZAJE ACTIVO  
A TRAVÉS DE INTERNET

Iván Darío Claros Gómez  
Madrid, Octubre de 2015





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

TESIS DOCTORAL

MECANISMOS DE INTERACCIÓN CENTRADOS EN  
RECURSOS MULTIMEDIA SOBRE ENTORNOS WEB  
SOCIALES COMO MODELO DE APRENDIZAJE ACTIVO  
A TRAVÉS DE INTERNET

Autor:  
Iván Darío Claros Gómez

Directora:  
Ruth Cobos Pérez

Madrid, Octubre de 2015



## Resumen

El fenómeno de la interacción se produce cuando dos o más entidades (personas u objetos) influyen mutuamente sobre su comportamiento a través de acciones recíprocas. Esta tesis utiliza este fenómeno como la base para la definición de una estrategia de aprendizaje activo a través de Internet. Para ello, se proponen tres tipos de mecanismos de interacción: interactividad, interacción social e interacción por autoría. Los mecanismos de interactividad se relacionan con las acciones entre las personas y los objetos de información, en las cuales se manipulan aspectos de presentación de los mensajes. Por otra parte, los mecanismos de interacción social se relacionan con los procesos de comunicación entre personas. Y finalmente, los mecanismos de interacción por autoría se relacionan con procesos de creación de nuevos objetos.

Por otra parte, los contenidos multimedia y las tecnologías web sociales parecen configurar un escenario idóneo para el aprendizaje activo. Por una parte, la multimedia ofrece un formato versátil cuya popularidad crece con las capacidades de las redes de datos. Mientras tanto, los servicios basados en tecnologías web sociales fomentan una actitud más proactiva frente a la información. En consecuencia, estos dos elementos forman el contexto en el cual esta tesis ha definido una estrategia de aprendizaje activo fundamentada en un método colaborativo centrado en la creación de objetos multimedia-interactivos. Este método es asistido por un entorno de aprendizaje multimedia desarrollado como parte de esta tesis, denominado Social Media Learning (SMLearning). SMLearning fue diseñado con una arquitectura de servicios abiertos que se integra con las plataformas de las redes sociales Facebook y YouTube. Asimismo, tuvo en cuenta los principios de diseño groupware que incluyen la gestión de información de conciencia (Awareness) y diversas interfaces para el análisis de datos. Además, para la definición de los objetos multimedia-interactivos se propuso un formato de documento XML que extiende la gramática del lenguaje SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) de la W3C.

Finalmente, esta propuesta fue validada en diversos escenarios de aprendizaje real desarrollado durante tres cursos académicos (2011 a 2014). Estas experiencias fueron parte del desarrollo formal de asignaturas de grado y postgrado de la Escuela Politécnica Superior EPS de la Universidad Autónoma de Madrid. El primer caso contó con un tiempo de experiencia limitado a una semana y un alto número de participantes (135). El segundo caso contó con un tiempo de experiencia prolongado (11 semanas) y un número de participantes menor (entre 6 y 11 estudiantes). El análisis de estos casos se basa en la definición y aplicación de tres indicadores: satisfacción, simetría y consenso, en un enfoque de evaluación mixta, es decir, combinando diversos métodos y fuentes de datos. Los resultados obtenidos corroboran un impacto positivo de los mecanismos de interacción en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, a través de una alta satisfacción. Además, el indicador de simetría demostró que existe reciprocidad en las acciones de los estudiantes durante la interacción social; en tanto que, el consenso corrobora la efectividad de los procesos de negociación reflejado en un aumento de la precisión del grupo en la evaluación de la calidad de los recursos.

# Abstract

The interaction phenomenon is expected when people, objects or services are affected each other through reciprocal actions. This phenomenon is the basis of active learning which allows defining more effective teaching scenarios. In this context, this thesis defines and analyse three types of interaction mechanisms, named: interactivity, social interaction and interaction by design. The interactivity mechanisms support actions between people and information objects. Such mechanisms allow controlling the presentation aspects and the properties of these objects, constrained by predefined information. Moreover, the social interaction mechanisms support the communication processes between people. And finally, the interaction by design mechanisms supports creative processes, which allow creating new information.

These mechanisms fit nicely in Internet sceneries through the multimedia content and social web technologies. In one hand, multimedia provides a versatile and attractive format what grows with the capabilities of data networks. In the other hand, social media services encourage a more proactive attitude towards the collaboration and the creation of content.

This thesis takes advantage of this scenario and proposes a set of interaction mechanisms and defines a strategy of active learning supported by Web technologies. This strategy is based on a collaborative learning approach that guides the students toward the creation of multimedia-interactive objects. The definition of these objects is based on a new multimedia document format that extends the capabilities of interactivity defined in SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) proposed by the W3C. These mechanisms are supported by the multimedia learning environment defined in this thesis called Social Media Learning System (SMLearning). This system was designed with an open service architecture that integrates with social media platforms Facebook and YouTube. This model is a reference for creating social learning environments. Likewise, the development of this system took into account the principles of computer-supported collaborative learning, which includes the management of awareness and some UI interfaces related with learning analytics.

Finally, this proposal was validated in several real learning cases which were carried out in three academic years (2011-2014). These experiences were integrated with regular courses in undergraduate and postgraduate programs (at the Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid) in two cases. In the first case, the experience time was limited to one week but there was a high number of participants (135). In the second case, the experiences have taken longer time (11 weeks) with a smaller number of participants (between 6 and 11 students). The analysis approach applied to these cases was based on three indicators: satisfaction, symmetry and consensus, which are supported by a mixed assessment methodology that combines several methods and data sources. The findings confirm the positive impact of the interaction mechanisms in the learning process through a high satisfaction. Also, the symmetry indicator showed that there is a high reciprocity in the actions of students during social interaction. Finally, the consensus indicator confirms the effectiveness of negotiation processes that was measured by the increase of group accuracy in the evaluation process of the quality of the resources.

# Agradecimientos

Así como toda idea tiene una inspiración, cada meta se alcanza porque hay alguien que te da su apoyo. En mi caso son muchas las personas a las cuales estaré eternamente agradecido. Gracias a todos y todas que con su amor, amistad y respeto me han permitido llegar aquí.

Esta tesis representa un hito muy especial de mi vida. De niño no hubiera podido haber soñado con ser investigador sin el apoyo incondicional de mi familia. Ellos son mi primer refugio y el motivo para mantener esa inquietud constante por aprender. Mil gracias por todo el amor que siempre me han sabido transmitir aún en la distancia.

Gracias a mi directora de tesis Ruth Cobos, profesora de la Universidad Autónoma de Madrid, por su apoyo incondicional. Su energía y entusiasmo contagioso me mantuvieron siempre abordando nuevos desafíos. Su dedicación y esfuerzo impulsó el desarrollo de esta tesis. Muchas gracias por la oportunidad y confianza depositada en mí para compartir los avances de esta investigación en tanto escenarios.

Asimismo, quiero agradecer a todos mis maestros, tanto de conocimiento como de vida. Durante estos años he sentido el apoyo de la Escuela Politécnica Superior de la UAM. Desde una charla o sonrisa sincera, hasta consejos que ayudaron a dar forma a esta investigación. También, agradezco a César Collazos, profesor de la Universidad del Cauca en Colombia, quien siempre ha estado presente y me ha brindado su apoyo. Asimismo, a Pablo Cesar y las personas del CWI en Ámsterdam quienes me permitieron aprender y disfrutar de una gran experiencia.

Gracias a todos los estudiantes que participaron en las distintas experiencias desarrolladas para esta tesis.

Gracias a todas las personas que están cerca por acogerme con tanto cariño; y aquellas que aun estando lejos se han mantenido cerca.

Finalmente, agradecer a los distintos proyectos y organizaciones que han financiado los recursos, viajes y estadías sin que esta experiencia nos fuese tan satisfactoria. A COLFUTURO y Axon Group Ltda en Colombia, pero en especial a la red e-Madrid y la oficina de apoyo para el desarrollo de MOOCs de la Universidad Autónoma de Madrid (UAMx).



# Tabla de contenido

Resumen .....	5
Abstract .....	6
Agradecimientos .....	7
Tabla de contenido .....	i
1. Introducción .....	1
1.1 Motivación .....	1
1.2 Identificación del problema .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.4 Metodología de Investigación .....	3
1.5 Principales contribuciones .....	5
1.6 Organización del documento .....	5
1.7 Listado de Publicaciones .....	6
2. Conceptos Previos .....	9
2.1 Introducción .....	9
2.2 Una estrategia de aprendizaje activo .....	10
2.3 La multimedia .....	12
2.4 Interacción .....	14
2.5 Aprendizaje colaborativo Asistido por Ordenador .....	15
3. Estado del arte .....	17
3.1 Multimedia e interactividad .....	17
3.2 Uso de las plataformas de medios sociales en contextos educativos .....	23
3.3 Análisis de la interacción en contextos educativos .....	24
4. Mecanismos de interacción centrados en recursos de aprendizaje multimedia ..	27
4.1 Introducción .....	27
4.2 Interactividad .....	29
4.2.1 Mecanismos de Interactividad .....	29
4.2.2 Modelo de documento para contenidos multimedia-interactivos .....	32
4.3 Interacción Social .....	33
4.3.1 Mecanismos de interacción social .....	35
4.4 Interacción por autoría .....	37
4.4.1 Mecanismos de interacción por autoría .....	37
5. Implementación de referencia .....	41
5.1 Aspectos generales de la arquitectura .....	41

5.1.1	Subsistema de gestión de comunidad .....	42
5.1.2	Subsistema de gestión de recursos .....	42
5.1.3	Subsistema de composición .....	42
5.1.4	Subsistema de reproducción .....	42
5.2	Modelo de servicios abiertos .....	42
5.2.1	Interfaz servidor-proveedor (A) .....	44
5.2.2	Interfaz Servidor-Proveedor-Cliente (B) .....	44
5.2.3	Interfaz Cliente-Proveedor (C) .....	44
5.2.4	Interfaz Servidor-Proveedor-Proveedor-Cliente (D) .....	44
5.3	Modelo de tarea.....	45
5.3.1	Tareas del Administrador.....	45
5.3.2	Tareas del Productor .....	46
5.3.3	Tareas del Consumidor .....	47
5.4	Aspectos funcionales .....	47
5.4.1	Registro de usuario.....	47
5.4.2	Vista principal de la comunidad .....	48
5.4.3	Vista de visualización de recursos .....	49
5.4.4	Herramienta de autoría .....	50
5.4.5	Reproductor de GMA.....	52
5.4.6	Vista de comunidad .....	53
5.5	Detalles tecnológicos .....	55
6.	Diseño experimental .....	59
6.1	Introducción .....	59
6.2	Hipótesis de estudio .....	60
6.3	Fuentes de datos .....	61
6.3.1	Opinión de los actores .....	61
6.3.2	Acciones registradas sobre el entorno .....	62
6.3.3	Objetos de salidas y procesos de evaluación .....	62
6.4	Variables .....	63
6.4.1	Variables de Opinión .....	63
6.4.2	Variables de Acción .....	67
6.4.3	Variables de Evaluación .....	70
6.5	Indicadores .....	71
6.5.1	Satisfacción .....	71
6.5.2	Simetría .....	73
6.5.3	Consenso .....	73

6.6	Métodos.....	74
6.6.1	Técnicas estadísticas .....	74
6.6.2	Minería de datos.....	75
6.6.3	Análisis de Redes Sociales.....	75
6.7	Herramientas .....	77
7.	Experimentación .....	79
7.1	Introducción .....	79
7.2	Casos de estudio .....	79
7.2.1	Tipo productor .....	79
7.2.2	Tipo consumidor .....	82
7.3	Análisis del indicador de satisfacción.....	82
7.3.1	Medida de la satisfacción basada en variables de opinión.....	82
7.3.2	Medida de la satisfacción basada en las variables de acción .....	89
7.3.3	Medida de satisfacción basada en la evaluación .....	92
7.4	Análisis del indicador de simetría.....	92
7.5	Análisis del indicador de consenso .....	96
8.	Análisis de los resultados .....	101
8.1	Introducción .....	101
8.1.1	Objetivos .....	101
8.1.2	Hipótesis experimentales.....	101
8.2	Resultados .....	103
8.3	Evaluación de los objetivos.....	105
9.	Conclusiones y trabajo futuro.....	107
9.1	Conclusiones .....	107
9.2	Limitaciones.....	110
9.3	Trabajo futuro .....	110
	Referencias .....	113
	APÉNDICE A. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN: CASOS DE ESTUDIO DE TIPO PRODUCTOR.....	127
I.	PREGUNTAS DE LA ENCUESTA .....	127
A.	Medida de satisfacción global de la experiencia .....	127
B.	Método .....	127
C.	Entorno .....	128
D.	Resultados .....	129
E.	Aspectos del modelo arquitecticos.....	129
II.	RESUMEN DE VARIABLES Y RESULTADOS .....	130

APÉNDICE B. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN: CASO DE ESTUDIO DE TIPO CONSUMIDOR.....	133
I. PREGUNTAS DE LA ENCUESTA .....	133
A. Motivación .....	133
B. Formato .....	133
C. Interactividad.....	134
D. Integración con las Redes.....	134
II. RESUMEN DE VARIABLES Y RESULTADOS .....	134
APÉNDICE C. FICHERO DE EVENTOS DEL SISTEMA.....	135
I. REGISTRO DE EVENTOS DEL SISTEMA .....	135
APÉNDICE D. CORRELACION DENTRE LAS VARIABLES DE OPINIÓN Y LAS VARIABLES DE ACCIÓN .....	136

*Lista de Figura*

Figura 2.1 Relación de teorías y conceptos fundamentales .....	9
Figura 2.2 Representación de la teoría de codificación Dual.....	12
Figura 3.1. Interfaz de la aplicación PopCorn Maker.....	21
Figura 4.1. Dimensiones de la interacción social .....	36
Figura 5.1. Diagrama conceptual de la arquitectura de SMLearning .....	41
Figura 5.2. Tipos de interfaces en servicios abiertos.....	43
Figura 5.3. Compendio de servicios abiertos integrados en la arquitectura de SMLearning .....	45
Figura 5.4 Configuración de acceso a la aplicación .....	48
Figura 5.5 Vista principal de la comunidad.....	49
Figura 5.6 Vista de visualización de recursos .....	49
Figura 5.7 Herramienta de autoría para GMA, vista secuencia .....	50
Figura 5.8 Herramienta de autoría para GMA, pestañas de escenario, propiedades y reproducción de la herramienta de autoría.....	51
Figura 5.9 Interfaz de reproductor GMA rediseñada para soportar extensiones.....	52
Figura 5.10 Vista de comunidad centrada en el perfil de un estudiante. ....	53
Figura 5.11. Vista detallada de información disponible para docentes y administradores en SMLearning. .....	54
Figura 5.12. Diagrama de despliegue y librerías para el desarrollo de SMLearning....	55
Figura 5.13. Modelo Entidad Relación de SMLearning .....	56
Figura 6.1. Resumen de elementos del escenario .....	59
Figura 6.2. Diagrama de conceptos relacionados con las fuentes de datos.....	61
Figura 6.3. Diagrama de conceptos para las variables de opinión relacionadas con el método .....	63
Figura 6.4 Diagrama de conceptos para las variables de opinión relacionadas con el entorno .....	65
Figura 6.5 Diagrama de conceptos para las variables de opinión relacionadas con los resultados .....	66

Figura 6.6 Diagrama entidad-relación de los objetos relacionados con los recursos de tipo vídeo.....	68
Figura 6.7 Diagrama de conceptos para las variables de evaluación.....	70
Figura 6.8 Curva teórica para el indicador de consenso.....	74
Figura 7.1 Planificación de actividades para el primer caso de estudio de tipo productor.....	80
Figura 7.2. Resumen de variables y valores para los casos de estudio de tipo productor.....	83
Figura 7.3 Medida de satisfacción para los elementos del escenario.....	84
Figura 7.4. Factores del método medidos a partir de las variables de opinión .....	85
Figura 7.5. Variables de opinión registradas para el entorno .....	85
Figura 7.6. Factor de Aprendizaje y Salida de los Resultados .....	86
Figura 7.7 Resultados de la encuesta de satisfacción para los casos de tipo consumidor.....	87
Figura 7.8. Distribución del tiempo de sesión y número de acciones para los casos de tipo productores (de arriba a abajo: P1, P2 y P3).....	90
Figura 7.9. Variable puntos para el caso de estudio P1 .....	91
Figura 7.10. Relaciones encontradas entre variables de acción y opinión. ....	91
Figura 7.11. Métricas de centralidad de grado, intermediación y cercanía aplicadas al caso de estudio P1. ....	93
Figura 7.12. Métrica de reciprocidad para P1. ....	93
Figura 7.13. Comparación entre las redes de P2 (izquierda) y P3 (derecha). ....	94
Figura 7.14. Número de clústeres para P2 en función del tiempo. ....	95
Figura 7.15. Número de clústeres para P3 en función del tiempo. ....	96
Figura 7.16. Puntos de divergencia (Error típico) para los tres casos. ....	97
Figura 7.17. Puntos de divergencia (Error típico) para los tres casos. ....	98
Figura 7.18. Divergencia contrastando los dos periodos T0 y T1 .....	99
Figura 7.19. Métrica de centralidad de grado para las redes de comentarios (público) y de valoraciones (anónimo) de P1.....	100

#### *Listas de tablas*

Tabla 4.1 Conjunto de metadatos definidos para un GMA .....	38
Tabla 5.1 Relación entre perfil de cuenta, rol funcional y rol como actores de la metodología.....	45
Tabla 6.1. Ejemplo de variables de acciones relacionadas con los videos.....	68
Tabla 7.1 Resumen de características de los casos de tipo productor.....	81
Tabla 7.2 Cálculo del Indicador de Simetría.....	94
Tabla 7.3 Cálculo del Indicador de Consenso.....	97
Tabla 7.4 Resumen de comparación entre la red social pública y anónima. ....	100
Tabla 8.1 Resumen de variables de acción correlacionadas fuertemente con variables de opinión. ....	103
Tabla 8.2 Resumen del Indicador de Simetría .....	104



# 1. Introducción

*En este capítulo se presenta la motivación que ha llevado a la realización de esta tesis. A continuación, se introduce el problema a resolver, los objetivos de investigación y el enfoque metodológico aplicado. Finalmente, se describe la estructura de esta monografía y se citan las principales contribuciones y publicaciones generadas.*

## 1.1 Motivación

La teoría de aprendizaje activo asegura que maximizar la interacción de los estudiantes durante el aprendizaje incrementa significativamente las posibilidades de lograr los objetivos propuestos para una actividad educativa (Kolb & Cliffs 1984). Además, la interacción también desarrolla capacidades de orden superior (Davydov & Kerr 1995) que se relacionan con la resolución de problemas complejos en contexto de grupo, por ejemplo: el análisis, el pensamiento crítico y la meta-cognición. Como consecuencia, la interacción es un factor clave en los procesos de enseñanza-aprendizaje efectivos.

Por definición, la interacción se produce cuando dos entidades influyen mutuamente sobre su comportamiento a través de acciones recíprocas. En un contexto educativo, dichas entidades son personas (estudiantes o instructores), objetos o sistemas. Esto da lugar a diversas formas de interacción. En particular, esta tesis identifica tres tipos: i) interactividad, se produce cuando los individuos manipula las propiedades de los recursos y cambian aspectos de presentación o comportamiento, mientras que esto le estimulan a actuar o reflexionar sobre el conocimiento; ii) interacción social, basada principalmente en el establecimiento de canales de comunicación entre las diferentes personas que forman parte del escenario educativo; iii) interacción por autoría, se produce cuando las personas manipulan los recursos y medios para crear nuevos objetos de información, permitiendo una mayor apropiación del contenido. Todos estos elementos hacen de la interacción una acción compleja, cuya comprensión es fundamental para asistir escenarios de aprendizaje más efectivos a través de Internet.

Para el desarrollo de esta tesis se asumieron dos principios básicos: primero, facilitar al estudiante un entorno que fomente la interacción y reduzca la carga cognitiva de las actividades; segundo, procurar la reutilización de recursos de aprendizaje disponible en Internet, facilitando la diversidad e integración de diversos formatos de contenido. Estos principios procuran el aprovechamiento de los recursos y una máxima transferencia de información. En coherencia con estos principios, esta tesis identifica dos elementos recurrentes en Internet: las plataformas web sociales y los recursos multimedia.

Primero, las plataformas web sociales (o de medios sociales) se caracterizan por facilitar la difusión de la información a través de servicios de comunicación. Además, la principal fuente de información son los mismos usuarios, por lo que, compartir recursos y crear contenidos son acciones naturales en dichas plataformas. Teniendo en cuenta la gran aceptación por parte de los usuarios, el modelo de servicios de la web social ofrece un entorno familiar a tareas asociadas con aspectos de comunicación, colaboración y generación de contenido (Kaplan & Haenlein 2010).

En segundo lugar, los formatos de contenido multimedia ofrecen un amplio rango de beneficios descritos en la teoría cognitiva de aprendizaje multimedia (Mayer 2002). Por ejemplo, la multimedia facilita diversos estilos de presentación que combinan elementos visuales y auditivos, con información verbal y no verbal. Esto permite ilustrar fenómenos físicos cuya descripción textual puede resultar extensa, compleja y abstracta. Además, la teoría argumenta que el uso de imágenes, colores y animaciones, captan mejor la atención de los individuos, comparado con los contenidos textuales, monocromáticos y estáticos. Por tanto, la multimedia resulta más atractiva y fácil de asimilar (Mayer 2005), y en consecuencia, ofrece un formato de comunicación más efectivo para los recursos de enseñanza.

En síntesis, esta tesis tiene por objeto de estudio los procesos de interacción en un escenario de aprendizaje a través de Internet. Teniendo en cuenta los principios propuestos, hemos situado dichos procesos en el contexto de servicios web sociales y formatos multimedia. Por tanto, la motivación central de esta investigación es contribuir en la definición de escenarios de aprendizaje activo, con características de familiaridad y eficiencia, basados en mecanismos de interactividad, interacción social y autoría, centrados en recursos multimedia.

## 1.2 Identificación del problema

De acuerdo con los elementos mencionados en la motivación, el escenario problemático que aborda esta tesis se centra en la apropiación de las tecnologías de la web social (como modelo de servicio), y la multimedia (como formato de contenido) para configurar un escenario de aprendizaje activo a través de Internet.

En cuanto a las plataformas web sociales, existe una amplia gama de informes que describen su utilización en contextos educativos (Bogdanov et al. 2012; Dabbagh & Kitsantas 2012). Por lo general, estos informes mencionan un uso parcial de los servicios de las plataformas y presentan un análisis limitado de la interacción, que usualmente es consecuencia de las restricciones de acceso a los datos impuestas en los servicios. En esta línea, el Grupo de Trabajo para la Web Social de la W3C ([SocialWG](http://www.w3.org/Social/WG), <http://www.w3.org/Social/WG>) lidera la iniciativa de definir una especificación abierta para este tipo de entornos, sin que hasta el momento sea reconocido como un estándar. Como consecuencia, existe la necesidad de definir entornos educativos consistentes con el modelo de servicio de la web social, bajo una arquitectura abierta que permita la interoperabilidad entre plataformas y facilite el análisis de la interacción en el proceso de aprendizaje.

Por otra parte, la multimedia ofrece diferentes posibilidades para la interacción, denominada en la literatura como interactividad. Por ejemplo (Moreno & Mayer 2007): el diálogo, el control, la manipulación, la búsqueda y la navegación. La interactividad de diálogo se produce por ventanas emergentes con preguntas que realimentan al estudiante. La interactividad de control se traduce en comandos que permiten el acceso aleatorio al contenido. La interactividad de manipulación consiste en modificar aspectos relacionados con la presentación o los datos de una simulación. La interactividad de búsqueda es la posibilidad de ejecutar consultas a la información. Finalmente, la interactividad de navegación es la posibilidad de contar con elementos tales como menú o hipervínculos que permitan acceder a secciones específicas del contenido o enlazarlo con fuentes externas.

De todos los posibles formatos de representación relacionados con la multimedia, el vídeo presenta un crecimiento exponencial en Internet, tal que, en año 2019 se estima que ocupará más del 80% del tráfico de datos (Cha et al. 2007; Cisco 2015). Además, ha sido ampliamente utilizado con propósitos educativos (Claros & Cobos 2013). Sin embargo, este formato por sí solo presenta grandes limitaciones en cuanto a las posibilidades de interacción con los usuarios. Esto sugiere la necesidad de modelar los objetos de aprendizaje mediante un formato de documento que extienda las posibilidades de interactividad sobre estos recursos. Asimismo, la producción de contenido multimedia suele ser costosa en tiempo y esfuerzo, además de requerir herramientas especializadas. En consecuencia, existe un creciente interés por analizar la interacción de los usuarios alrededor de este tipo de recursos (Li et al. 2015; Ruipérez-Valiente et al. 2015; Chorianopoulos 2011; Oviatt et al. 1997).

En resumen, se debe profundizar en la comprensión de los procesos de interacción que se producen en un escenario de aprendizaje a través de Internet. Dicho conocimiento podría ser utilizado para mejorar las herramientas de seguimiento, evaluación y toma de decisiones en estos escenarios, así como crear contenidos educativos más efectivos. Adicionalmente, las propuestas que se desarrolleen en este sentido deben considerar el uso de tecnologías abiertas, usables y de bajo coste.

### 1.3 Objetivos

De acuerdo con el contexto descrito, el objetivo general de esta tesis es proponer y estudiar un conjunto de mecanismos de interacción, centrados en recursos multimedia, en el contexto de tecnologías web sociales, como contribución a la definición de un modelo de aprendizaje activo en entornos educativos a través de Internet.

Para alcanzar este propósito se definen los siguientes objetivos específicos, los cuales se relacionan con los respectivos capítulos de esta monografía:

- O1. Proponer un conjunto de mecanismos de interacción centrados en recursos multimedia (Capítulo 4).
- O2. Proponer un método de aprendizaje soportado en el modelo de servicios sociales que integre los mecanismos de interacción propuestos (Capítulo 4).
- O3. Diseñar y construir un entorno que asista el método propuesto (Capítulo 5).
- O4. Validar mediante experimentación en escenarios reales de aprendizaje, la efectividad del método y del entorno propuestos (Capítulo 6).
- O5. Analizar los procesos de interacción desarrollados dentro del marco experimental para medir el impacto de los mecanismos propuestos sobre los procesos de aprendizaje (Capítulo 7 y 8).

### 1.4 Metodología de Investigación

Esta tesis fue desarrollada bajo un enfoque de investigación aplicada en datos cualitativos (Kothari 2004). La interacción y el aprendizaje son considerados procesos complejos altamente dependientes del contexto. Esto dificulta obtener medidas objetivas de los fenómenos que en ellos ocurren. Como consecuencia, esta tesis considera la observación directa de escenarios de aprendizaje reales donde se aplican los mecanismos de interacción propuestos que son estudiados desde un enfoque de análisis mixto (Martínez et al. 2003). Dicho enfoque utiliza tres instrumentos de captura

de datos: encuestas de satisfacción, el registro automático de eventos y la valoración al desempeño de los aprendices por parte de los instructores.

Los retos propuestos en esta tesis fueron abordados desde tres puntos de vista: pedagógico, tecnológico y de análisis.

Desde un punto de vista pedagógico, se estudiaron diversas teorías que permitieron la definición de los conceptos de estrategia de aprendizaje e interacción. Bajo estos conceptos, se identificaron diversos mecanismos relacionados con la manipulación de objetos y la asistencia a procesos sociales. Además, se reconoció que los procesos de diseño y construcción son parte del aprendizaje activo, y por tanto constituyen otra forma de interacción (Dubberly et al. 1964; Schank 1994). Como resultado, esta tesis ha definido tres tipos de mecanismos de interacción: interactividad, interacción social e interacción por autoría. Estos mecanismos fueron orquestados a través de un método de aprendizaje colaborativo basado en la composición de objetos multimedia-interactivos.

Desde el punto de vista tecnológico, se estudió la tecnología web social y los formatos de contenido multimedia. En el primer caso, se analizó el modelo de servicios de dos plataformas: Facebook y YouTube. Esto nos permitió integrar parte de la funcionalidad de ambos entornos en un sistema denominado *Social Media Learning* o SMLearning.

En el caso de la multimedia, se estudiaron distintas tecnologías y formatos de documento que asistieran mecanismos de interactividad. En este proceso se identificó el estándar de la W3C llamado SMIL (*Synchronized Multimedia Integration Language*) (Bulterman & Rutledge 2010) como la recomendación más adecuada para este propósito, pero se reconoció la carencia de etiquetas que facilitaran la integración de mecanismos de interactividad dentro del contenido. Dichas etiquetas fueron incorporadas como extensión a la gramática del lenguaje. Además, se construyó un intérprete compatible con las tecnologías web estándar.

Desde el punto de vista de análisis, estudiamos métodos e indicadores que pudieran ofrecer medidas del impacto de los mecanismos propuestos sobre los procesos de aprendizaje. Entre dichos métodos se encuentran: técnicas de estadística descriptiva, minería de datos y análisis de redes sociales (en inglés, *Social Network Analysis*, SNA). En particular, esta última aproximación permitió modelar el comportamiento social del escenario. A partir de ello, en esta tesis se definen dos indicadores de colaboración efectiva: simetría y consenso. La simetría plantea la distribución homogénea del esfuerzo en el grupo basado en la reciprocidad de las relaciones sociales, es decir, los individuos que trabajan de forma colaborativa tienen a aportar las mismas cantidades de esfuerzo que sus compañeros, pero además, dirigen sus contribuciones hacia las personas que también contribuyen a su aprendizaje, generando así distintos tipos de simetría (Dillenbourg 1999). Por su parte, el consenso refleja la efectividad de la interacción para crear conciencia de grupo (Dillenbourg 1999). En nuestro caso, este consenso fue observado a través de la reducción en el tiempo de la divergencia de opiniones sobre la calidad de un recurso, medida a través de un mecanismo cuantitativo de valoración.

## 1.5 Principales contribuciones

Los aportes relevantes de esta tesis se resumen en los siguientes puntos: i) la definición de una estrategia de aprendizaje activo basada en la construcción colaborativa de objetos multimedia-interactivos; ii) diseño y construcción de un entorno de referencia para la asistencia del método propuesto basado en un modelo de servicios web social; iii) definición de un modelo de documento para la descripción de contenidos multimedia con asistencia a mecanismos de interactividad; iv) creación de un intérprete de dicho modelo utilizando tecnologías web estándar; v) definición de un enfoque para el análisis de la interacción en escenarios de aprendizaje social a través de Internet; vi) experimentación y análisis de resultados de un conjunto de casos de estudio.

## 1.6 Organización del documento

El resto de esta monografía se divide en los siguientes capítulos:

- **Capítulo 2. Conceptos previos:** Introduce algunos de los conceptos y teorías que fundamentan esta tesis, principalmente: las estrategias de aprendizaje activo, la teoría cognitiva de aprendizaje multimedia, la interacción y el aprendizaje colaborativo asistido por ordenador.
- **Capítulo 3. Estado del arte:** Presenta un recorrido por las distintas áreas y trabajos relacionados con esta tesis desde tres perspectivas: la multimedia y la interactividad; el uso de las plataformas de medios sociales en educación; y el análisis de la interacción en contextos educativos.
- **Capítulo 4. Mecanismos de interacción centrados en recursos de aprendizaje multimedia:** Profundiza sobre las categorías y mecanismos de interactividad propuestos, y presenta un nuevo método de aprendizaje colaborativo como estrategia de aprendizaje activo centrada en recursos multimedia.
- **Capítulo 5. Implementación de referencia:** Detalla los aspectos arquitectónicos y funcionales de la implementación de referencia para los mecanismos y método de aprendizaje propuestos. Dicha implementación se denomina Social Media Learning, un entorno que integra servicios de las redes sociales Facebook y YouTube. Además, este capítulo describe la herramienta de autoría y reproducción para los objetos multimedia-interactivos.
- **Capítulo 6. Diseño experimental:** Define las hipótesis experimentales para la validación de esta tesis y plantea los elementos de análisis que permiten su evaluación. Para ello, propone dos nuevos indicadores: simetría y consenso, que se complementan con el indicador de satisfacción derivado de la opinión de los participantes.
- **Capítulo 7. Experimentación:** Presenta los casos de estudio y datos experimentales utilizados para la validación de esta tesis. Este capítulo aporta evidencias del impacto de los mecanismos propuestos sobre los fenómenos de interacción y aprendizaje.
- **Capítulo 8. Análisis de Resultados:** Resume y contrasta los principales resultados obtenidos en la fase experimental con los objetivos e hipótesis propuestos en esta tesis.

- **Capítulo 9. Conclusiones y trabajo futuro:** Presenta las principales contribuciones de esta tesis, teniendo en cuenta las limitaciones del estudio, y propone las líneas de trabajo futuro.

## 1.7 Listado de Publicaciones

Algunos de los conceptos y hallazgos relacionados con esta tesis han sido parcialmente presentados en la siguiente lista de publicaciones siguiendo un criterio cronológico:

Claros, I., Cobos, R., & Collazos, C. A. (2015). An Approach Based on Social Network Analysis Applied to a Collaborative Learning Experience. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, (pre-print).

Claros, I., Cobos, R., Sandoval, G., & Villanueva, M. (2015). Creating MOOCs by UAMx: experiences and expectations. In *The Third European MOOCs Stakeholders Summit (eMOOC 2015)* (pp. 61–64).

Claros, I., Echeverría, L., & Cobos, R. (2015). Towards MOOCs sceneries based on Collaborative Learning Approaches. In *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2015)*.

Alamán, X., Carro, R. M., Ortigosa, A., Rodríguez, P., Claros, I., et al. (2014). Exploring on e-Learning enhancement by mean of advanced interactive tools: The GHIA (Group of advanced interactive tools) proposals. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1–4).

Claros, I., Echeverría, L., Garmendia, A., & Cobos, R. (2014). Towards a collaborative pedagogical model in MOOCs. In *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2014)* (pp. 905–911).

Claros, I., & Cobos, R. (2013). Del Vídeo Educativo a Objetos de Aprendizaje Multimedia Interactivos: un Entorno de Aprendizaje Colaborativo basado en Redes Sociales. *Tendencias Pedagógicas*, (22), 59–72.

Claros, I., & Cobos, R. (2013). Social Media Learning: An approach for composition of multimedia interactive object in a collaborative learning environment. In *Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), 2013 IEEE 17th International Conference on* (pp. 570–575).

Claros, I., Cobos, R., Guerra, E., de Lara, J., Pescador, A., & Sánchez-Cuadrado, J. (2013). Integrating Open Services for Building Educational Environments. In *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2013)* (pp. 1147–1156).

Claros, I., & Cobos, R. (2013). Pautas para la implementación de Analíticas de Aprendizaje en Entornos Colaborativos Centrados en la Interacción Social. In *XV Simposio Internacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación (SINTICE 2013)* (Vol. 2, pp. 161–167).

Alamán, X., Carro, R. M., Claros, I., Cobos, R., Echeverría, et al., P. (2012). GHIA (Grupo de Herramientas Interactivas Avanzadas), UAM. *Informática Educativa Comunicaciones*, 15.

Claros, I., & Cobos, R. (2012). An approach for T-learning content generation based on a social media environment. Proceedings of the 10th European Conference on Interactive TV and Video - EuroITV '12, 157. <http://doi.org/10.1145/2325616.2325648>

Claros, I., & Cobos, R. (2012). Análisis de la Interacción en un Entorno CSCL Basado en Tecnologías Social Media. In Congreso internacional Interacción 2012.

Claros, I., & Cobos, R. (2011). Un entorno Social Media para la Composición de Material Educativo Basado en Vídeos Interactivos. In Segundo Taller sobre Ingeniería del Software en E-Learning (pp. 15–16).

Moreno-Llorena, J., Claros, I., Martín, R., Cobos, R., De Lara, J., & Guerra, E. (2011). Towards a functional characterization of collaborative systems. Cooperative Design, Visualization, and Engineering, 182–185.

Claros, I., Collazos, C. A., & Guerrero, L. A. (2011). Libro de Trabajo Digital, un modelo para apoyar la colaboración - *Digital Workbook, a model Supporting Collaboration*. DYNA, 78(169), 17–25.



## 2. Conceptos Previos

Este capítulo presenta los conceptos y teorías que definen las estrategias de aprendizaje activo, la multimedia y la interacción. Además, resalta algunos principios del aprendizaje colaborativo asistido por ordenador como base para el desarrollo y análisis del entorno propuesto.

### 2.1 Introducción

Este capítulo aborda, desde un punto de vista teórico, la definición de las características y beneficios del aprendizaje activo, la multimedia y la interacción. La figura 2.1 presenta un diagrama donde se relacionan las distintas teorías que fundamentan nuestra propuesta.

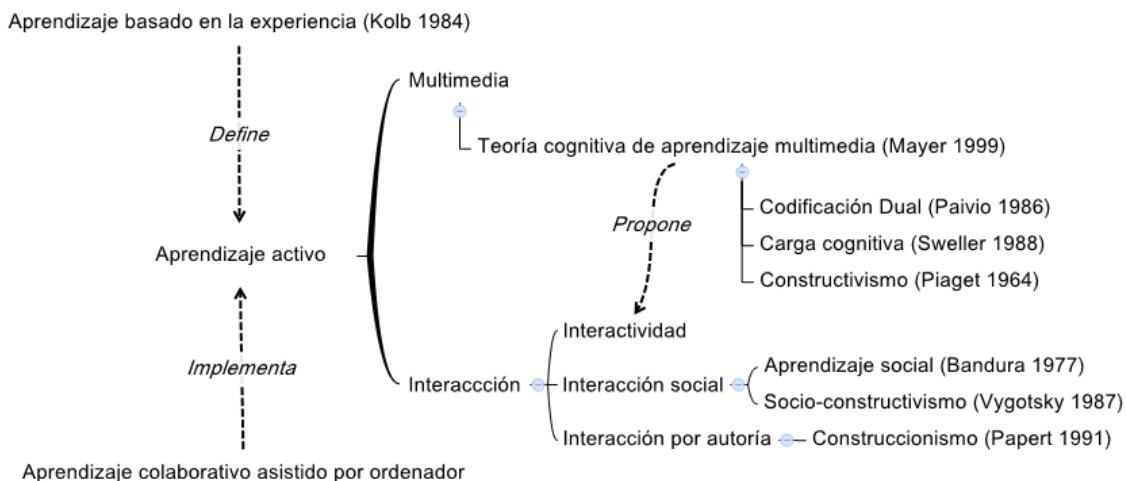


Figura 2.1 Relación de teorías y conceptos fundamentales

Según el diagrama, la definición del aprendizaje activo se sintetiza en la teoría de aprendizaje basado en la experiencia (Kolb & Cliffs 1984). Esta teoría resalta la naturaleza dinámica del proceso de aprendizaje y la importancia de la participación activa de los estudiantes. Dicha participación es interpretada como acciones de los estudiantes dentro del entorno, dando lugar a distintos niveles de interacción.

En este punto, la teoría cognitiva de aprendizaje multimedia, propone la interactividad como principio para el diseño de entornos educativos. A su vez, se sustentan en las teorías de Codificación Dual (Clark & Paivio 1991), Carga Cognitiva (Sweller 2010) y Constructivismo (Piaget 1964) e introduce los beneficios del formato multimedia en los entornos educativos. Por otra parte, las teorías de aprendizaje social (Bandura 1991) y el socio-construcciónismo destacan la dimensión social del aprendizaje. Mientras que, otros enfoques como el construcciónismo (Papert & Harel 1991; Temmen & Walther 2013) complementan la visión de la interacción con procesos creativos y de autoría. Finalmente, el aprendizaje colaborativo asistido por ordenador (en inglés, *Computer-supported Collaborative Learning*, CSCL), aporta los principios que permiten diseñar e implementar el método de aprendizaje que se deriva de esta conceptualización. Además, sugiere las implicaciones de una colaboración efectiva que dan lugar a

nuestros indicadores de simetría y consenso. A continuación se presenta el desarrollo conceptual de estas teorías.

## 2.2 Una estrategia de aprendizaje activo

Para la psicología cognitiva, el aprendizaje es una actividad mental, universal, cotidiana y compleja, definida como un mecanismo biológico acumulativo e irreversible, cuyo propósito fundamentalmente es la adaptación (Eysenck & Keane 2010). Este mecanismo modifica la forma de procesar los estímulos y altera el comportamiento observable del aprendiz. Dichas alteraciones son relativamente perdurables e independientes de factores innatos o físicos. En este contexto, un escenario educativo debe estimular constantemente los factores que disparan este mecanismo para fomentar el desarrollo de habilidades en los individuos (Eysenck & Keane 2010).

De acuerdo con Kolb (1984), una situación de aprendizaje implica tres elementos básicos: el entorno, el individuo y la interacción entre estos dos, es decir, el aprendizaje toma lugar en ciclos donde el individuo experimenta con el entorno (Kolb & Cliffs 1984). En dichos ciclos, la interacción genera información de realimentación que permite validar sus acciones (Adelman 1993) y estimular nuevas ideas (Dewey 1998). Por su parte, la teoría constructivista afirma que el aprendizaje surge de dos procesos: acomodación y asimilación. En el primer proceso, los estímulos intentan ser explicados a través de los esquemas mentales previos del individuo; cuando dichos esquemas son insuficientes, se activa el segundo proceso, modificando o creando nuevos esquemas que explican mejor los datos observados (Piaget 1964).

Por otra parte, la evidencia empírica revela una estrecha relación entre el aprendizaje, la cultura y las relaciones sociales (Bandura 1991; Davydov & Kerr 1995; Salomon & Perkins 1998). Una interacción social efectiva facilita la construcción de conocimiento, o consenso, sobre el dominio de estudio (Bandura 1991; Longmore et al. 1996; Kerr & Tindale 2004). Además, influye positivamente sobre la motivación y desempeño del estudiante (Kreijns et al. 2013). Estos hechos son respaldados por teorías como el aprendizaje social (Bandura 1991), el socio-constructivismo (Davydov & Kerr 1995) y el conectivismo (Siemens 2010).

- La teoría de aprendizaje social plantea tres fases en el aprendizaje: i) la observación del comportamiento, actitud y resultados de una entidad que sirve como patrón o modelo; ii) la imitación de dicho modelo; y finalmente, iii) la apropiando y auto-determinación de las acciones (Bandura 1991). Sin embargo, esto requiere una gran capacidad de observación y retención por parte del estudiante, que le permita reproducción el comportamiento de la entidad modelo.
- El socio-constructivismo propone crear condiciones en las cuales los estudiantes sean protagonistas en su proceso de aprendizaje (Davydov & Kerr 1995). Además, esta teoría asegura que las interacciones sociales y culturales conducen al desarrollo de capacidades intelectuales de orden superior, por ejemplo: análisis, separación de un concepto en sus elementos; síntesis, reconstrucción de un concepto a partir de sus elementos; conceptualización, abstracción de las características necesarias para describir una situación o fenómeno; meta-cognición, reflexión sobre el proceso mismo de aprendizaje.

- El conectivismo enfatiza en la influencia de las tecnologías sobre el aprendizaje y la interactúa con el mundo (Siemens 2010). Para ello, plantea que el proceso de aprendizaje se produce al crear conexiones entre diversas fuentes de información, por lo que se demanda más una capacidad de pensamiento crítico y de conexión, que de conocimiento, por parte de un individuo.

Estos conceptos son tratados en forma práctica por la disciplina didáctica, la cual se encarga de estudiar y diseñar técnicas y métodos para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje efectivo. En esta línea, una estrategia didáctica es la planificación del conjunto de acciones necesarias para alcanzar unos objetivos de aprendizaje concretos (Salinas et al. 2008). Estas acciones involucran distintos medios, técnicas y herramientas relacionadas con la gestión de contenidos y el desarrollo efectivo de procesos de comunicación, coordinación, y evaluación, entre otros. En la práctica, dichas estrategias se sitúan alrededor de dos enfoques: expositivos y por descubrimiento (Romiszowski 1984).

El enfoque expositivo se centra en las fuentes de información que contienen el conocimiento del dominio, tradicionalmente el instructor. En este caso, el aprendizaje es evaluado por la retención de información y la capacidad de solucionar problemas enmarcados en un rango limitado de escenarios de ejemplo. En contraste, las estrategias por descubrimiento se centran en problemas o escenarios que incentivan al estudiante a interactuar sobre ellos. Estas acciones conducen a la comprensión de la situación y la generalización de reglas a partir de las cuales se crea el conocimiento del dominio. En este caso, el aprendizaje se evalúa por las acciones del estudiante y la inferencia de las relaciones causa-efecto de los fenómenos estudiados. Ambos enfoques sugieren extender el proceso formativo aplicando el conocimiento adquirido a nuevos escenarios para lograr una transferencia de aprendizaje (Perkins & Salomon 2006).

En la práctica, existen diversas variaciones de estrategias didácticas ubicadas entre los enfoques expositivos y por descubrimiento:

- En el extremo expositivo, se encuentran las prácticas rutinarias basadas en las definiciones e instrucciones detalladas que el instructor proporciona a los estudiantes.
- En un punto intermedio, los estudiantes son motivados a resolver preguntas a través de guías, que ofrecen pautas para la auto-evaluación del proceso, bien sea de forma intrínseca (mediante rúbricas) o automáticas (mediante lógica programable).
- En el extremo por descubrimiento, el instructor define objetivos de aprendizaje generales y sitúa los estudiantes en el contexto. Además, les otorga libertad para escoger sus propios métodos y recursos. No se definen instrucciones sino asesorías.

Por otra parte, la utilización de tecnologías de información y comunicaciones no aporta por sí sola innovación en los proceso de enseñanza-aprendizaje (Salinas et al. 2008). La innovación requiere el planteamiento claro de objetivos que deliberada y sistemáticamente sean alcanzados de forma efectiva al combinar recursos humanos y materiales de una forma original. En este sentido, la introducción de elementos

tecnológicos debe estar directamente relacionada con la definición de las estrategias didácticas.

A partir de este contexto, se define el aprendizaje activo como una estrategia didáctica que incluye la participación del estudiante en el descubrimiento y construcción de conocimiento a partir de un conjunto mínimo de elementos de planificación. Es decir, estas estrategias se ubican en un punto intermedio entre el enfoque expositivo y por descubrimiento. Para llevar a la práctica estas estrategias, se requieren mecanismos flexibles que guíen las acciones de los estudiantes hacia objetivos específicos mediante procesos de exploración, reflexión y diseño que fomenten la creatividad. Para la definición de dichos mecanismos, esta tesis combina la multimedia y la interacción.

### 2.3 La multimedia

La multimedia es un concepto amplio que se aplica tanto a formatos de contenido, como a aspectos funcionales de un sistema. Como formato, es la combinación de elementos de información con diversas formas de representación. Estas formas pueden ser textos, imágenes, sonidos, animaciones, vídeos, etc. Como sistema, se refiere a las posibilidades de manipulación gráfica de objetos.

Para lograr una definición más precisa de este concepto es necesario recurrir a la teoría de codificación dual (Clark & Paivio 1991), representada en la figura 2.2. De acuerdo con esta teoría, existen dos subsistemas que procesan los datos provenientes del sistema sensorial. Estos sistemas son paralelos e independientes, pero crean conexiones entre las entradas.

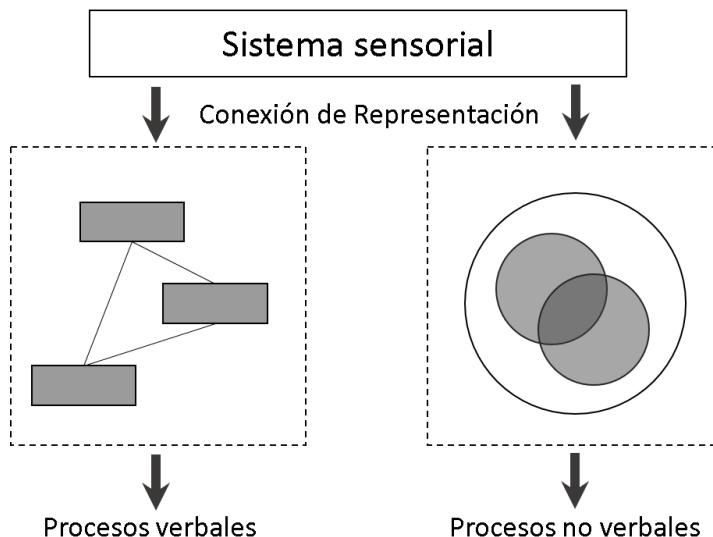


Figura 2.2 Representación de la teoría de codificación Dual

El primer sistema procesa la información verbal, es decir, aquella asociada a un lenguaje de comunicación. Esta información puede estar en forma de texto, el sonido de una conversación, la textura de un código braille o los símbolos del lenguaje de señas, etc. El segundo sistema procesa la información no verbal, es decir, aquella que no tiene representación en un lenguaje formal. Este es el caso de ritmos, melodías, gráficos, animaciones, etc.

A partir de esta teoría, la multimedia se define como la combinación de información verbal y no verbal (Mayer 2005). En este contexto, la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, asegura que bajo ciertas circunstancias la multimedia ofrece un formato de comunicación altamente efectivo (Neo & Neo 2001; Mayer 2005). Entre ellas, se debe tener en cuenta la capacidad de procesamiento limitada de las personas, definida por la teoría de carga cognitiva (Sweller 2010). Según esta teoría, la capacidad de memoria de trabajo se divide en tres tipos: una carga intrínseca a la tarea; una carga extraña, que es el resultado del diseño inapropiado de los recursos; y una carga relevante, creada por información adicional que contribuye a resolver el problema, por ejemplo, esquemas o mnemotécnicas.

A partir de diversas experiencias con estas teorías, se han definido un conjunto de principios que procuran el diseño de recursos y sistemas multimedia efectivos. Algunos de estos principios, son (Richard E Mayer 2014):

- **Principio de atención dividida.** Las personas aprenden mejor cuando la información verbal y no verbal están integradas en el mismo espacio y tiempo (Ayres & Sweller 2005).
- **Principio de redundancia.** Las personas aprenden mejor cuando la misma información no es presentada en múltiples formatos y a la vez.
- **Principio de modalidad.** Las personas aprenden mejor de gráficos y narraciones que de gráficos y textos impresos.
- **Principio de segmentado, pre-entrenamiento y modalidad.** Las personas aprenden mejor cuando un mensaje instruccional multimedia se presenta en segmentos, no como una unidad continua.
- **Principio de libre explicación.** Las personas aprenden mejor cuando son alentadas a generar explicaciones libres durante el aprendizaje.

Estos principios suelen mezclar el contenido con aspectos de funcionales relacionados con el acceso y manipulación de los objetos. Estos aspectos son denominados interactividad, y se reconocen cinco tipos (Moreno & Mayer 2007): dialogo, control, manipulación, búsqueda y navegación. Estos a su vez están basado en cinco principios: actividades guiadas, reflexión, realimentación, control y pre-entrenamiento o experiencia. La interactividad de dialogo se manifiesta mediante preguntas, que deben ser contestadas por los estudiantes y ofrecen realimentación. La interactividad de control es la posibilidad de navegar sobre el contenido modificando el orden de la presentación. La interactividad de manipulación consiste en modificar aspectos como el tamaño de los textos en el contenido o interactuando con un simulador. La interactividad de búsqueda se trata de poder realizar consultas que especifiquen necesidades puntuales de información. Finalmente, la interactividad de navegación es la posibilidad de contar con elementos tales como menú o hipervínculos que permitan acceder a secciones específicas del contenido o enlazarlo con fuentes externas.

Para esta tesis, la interactividad forma parte de la interacción de las personas con objetos y sistemas de información. De acuerdo con la teoría multimedia, dicha interacción se limita a acceder y manipular los aspectos de presentación de los mensajes que ya contienen estos objetos y sistemas. Además, no contempla los procesos sociales y creativos que sugiere el aprendizaje activo. En este punto, es necesario abordar la definición de interacción.

## 2.4 Interacción

El concepto de interacción es interpretado de distintas formas dependiendo del contexto (Dubberly et al. 1964). De acuerdo con el *Diccionario de la lengua española* (2014), es una “acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, agentes, fuerzas, funciones, etc.”. En la teoría de la comunicación, la interacción es un tipo de actividad comunicativa realizada por dos o más participantes que se influyen mutuamente. Esta actividad implica el intercambio de acciones y reacciones verbales y no verbales, en las que el receptor tiene la capacidad de controlar el mensaje hasta el grado establecido por el emisor y dentro de los límites del medio de comunicación (Marks et al. 2009). Sin embargo, la interacción implica procesos de comunicación entre humanos, pero también, entre humanos y no-humanos, como lo sugiere la interacción persona ordenador (IPO) (Preece et al. 2002).

Desde la perspectiva de la IPO, la interacción se basa en un lazo de realimentación entre las personas y los sistemas, formando un ciclo auto-correctivo o sistema cibernetico de primer orden (Maldonado & Bonsiepe 1964). Sin embargo, se suele hacer uso de la palabra interacción para describir distintos tipos de sistemas que no necesariamente corresponde con el concepto. Acciones como hacer clic en un enlace y navegar entre páginas no es interacción sino reacción (Dubberly et al. 1964). La reacción es una función de transferencia fija, automática y predecible, mientras que la interacción es una función de transferencia dinámica en donde los efectos de una entrada pueden cambiar.

Para Dönmez et al. (2010), un mejor entendimiento de la interacción permite el desarrollo de experiencias educativas exitosa a través de Internet (Dönmez et al. 2010). En esta línea, diversas investigaciones reconocen que el análisis de la interacción permite identificar características individuales que pueden ser aprovechadas para beneficiar el aprendizaje (Hirumi 2006; Puntambekar 2006), por ejemplo, a través de la adaptación del contenido (Rouet et al. 2005).

Asimismo, la interacción es un aspecto clave del diseño de sistemas; es decir, se debe diseñar para la acción (Preece et al. 2002). Algunos autores asocian la interacción con mecanismos de acceso aleatorio al contenido, por ejemplo, los controles en la reproducción de un vídeo que permiten la pausa, el retroceso o el cambio de velocidad (Salomon et al. 1991). Para otros, la interacción se asocia a la existencia de canales de comunicación multidireccionales (McMillan 2009) que posibilitan diálogos entre estudiantes e instructores (Moreno & Mayer 2007).

Para esta tesis, la interacción es un proceso de mutua transformación entre entidades (personas, objetos o servicios). Su principal característica es la reciprocidad de las acciones que conduce al dialogo entre las entidades y a la influencia mutua del comportamiento. En un contexto de aprendizaje, el estudiante influye sobre otras entidades para extraer, controlar y transformar la información; mientras que las entidades modifican la conducta de los estudiantes mediante procesos de reflexión y acción. Sobre la base de esta definición se proponen distintas categorías a la interacción que se discuten en el capítulo 4. Desde nuestra visión, la interacción se complementa con estrategias prácticas como las que ofrece el aprendizaje colaborativo asistido por ordenador. A continuación se introducen algunos conceptos claves de dicho enfoque.

## 2.5 Aprendizaje colaborativo Asistido por Ordenador

El aprendizaje colaborativo asistido por ordenador o CSCL es un área de investigación multidisciplinar que combina diversas teorías cognitivas y sociales con modelos de sistemas de información y gestión de conocimiento. Su objetivo central es entender las condiciones mediante las cuales el aprendizaje en grupo es más efectivo que el aprendizaje individual, reconociendo en el primero una serie de ventajas que lo ubican como un enfoque superior (Stahl 2011).

Diversas investigaciones reconocen un conjunto de características claves de dichas condiciones, entre las que se destacan: la interdependencia positiva (Johnson & Johnson 1995); la definición de objetivos comunes (Dillenbourg 1999); la conciencia compartida de las situaciones (Gutwin & Greenberg 2004; Collazos et al. 2003; Janssen et al. 2011); y el compromiso individual (Slavin 1996). Asimismo, la colaboración implica negociar las ideas y estrategias que permitan la coordinación efectiva del esfuerzo y la creación de consenso sobre el conocimiento que permite resolver las tareas (Alamán & Cobos 1999; Stahl 2002). Para llevar a cabo estos procesos, los individuos deben desarrollar habilidades de investigación, comunicación y motivación de los equipos (Soller 2001), por lo que, la dimensión social y emocional también es fundamental (Arroyo et al. 2008; Kreijns et al. 2013).

Por otra parte, la calidad de los procesos de interacción influye en la experiencia de los estudiantes y los logros que estos alcanzan (Longmore et al. 1996). En este sentido, los sistemas CSCL deben procurar la maximización de la información relevante involucrada sobre una discusión de grupo, potenciando la participación de todos los miembros. En estas circunstancias, se reconocen distintos tipos de simetría como características de la colaboración (Dillenbourg 1999):

- Simetría de acción. Cuando se permite el mismo rango de acciones a todos los individuos (Dillenbourg et al. 1996).
- Simetría de conocimiento o habilidad. Cuando todos los miembros puede aportar a la solución del problema desde distintos puntos de vista.
- Simetría de estatus. Se trata de que la opinión de todos los individuos sea considerada con el mismo valor (Talamo & Ligorio 2000).

En conclusión, la interacción forma parte inherente de las características de la colaboración. Por tanto, se deben ofrecer mecanismos de comunicación, toma de decisión y coautoría que ofrezcan la posibilidad de desarrollar tareas compartidas. En esta tesis, las condiciones de la colaboración se trasladan a los mecanismos y el modelo de aprendizaje que se describe en el capítulo 4. En particular, nuestro entorno ofrece diversas vistas de información de conciencia compartida que intenta fomentar la interacción efectiva. Por otra parte, las implicaciones de la simetría y la negociación son la base conceptual a los indicadores de simetría y consenso, que se presenta en el capítulo 6 y se validan en el capítulo 7.



### 3. Estado del arte

*Este capítulo presenta un recorrido por los distintos trabajos que se relacionan con esta tesis. Para ello, se divide en tres partes: multimedia e interactividad, uso de las plataformas de medios sociales y análisis de la interacción en contextos educativos.*

#### 3.1 Multimedia e interactividad

La multimedia se asocia a distintos formatos (ver sección 2.3). Sin embargo, el vídeo es uno de los formatos más versátiles y difundidos en Internet (Cisco 2015). Dicho formato permiten ilustrar lugares o situaciones de difícil acceso, combinando imágenes, textos y sonidos en un único objeto (Bravo 1996). Esto fomenta la atención y reduce la carga cognitiva en la transmisión de los mensajes, lo que los hace recursos idóneos para la enseñanza (Bravo 1996; Bartolomé 2004; Schwan & Riempp 2004; Harness & Drossman 2011). Desde una visión general, el video educativo no es un formato particular de contenido, sino aquel que tiene la intención de informar, motivar y dinamizar el desarrollo humano en cualquiera de sus dimensiones (Daza 2012).

El vídeo debe ser acompañado de una visión crítica al contenido. En el aula, éstos recursos pueden: orientar un proceso de aprendizaje; motivar el desarrollo de una actividad; ejemplificar un comportamiento; o instruir sobre el propio lenguaje audiovisual (Bravo 1996). Asimismo, facilitan procesos de autobservación, comunicación e investigación. En entornos virtuales, los vídeos, como objetos de aprendizaje, conservan su versatilidad y potencian la autonomía de los estudiantes (Yousef & Chatti 2014).

Los primeros antecedentes del vídeo educativo se remontan a los años 50 con la producción de un conjunto de cortometrajes o ayudas visuales para la enseñanza de la física (Kearney et al. 2001). Esto inspiró a diversas Universidades, asistidas por sus departamentos de artes, comunicaciones y medios, a registrar y producir vídeos desde sus clases presenciales. Con el objetivo de equilibrar los coste y calidad de los resultados, se involucraron estudiantes en la etapa de producción (Schwartz & Hartman 2007; Masats & Dooly 2011) y se fomentó la adaptación de algunas técnicas de edición profesionales (Burden & Atkinson 2007). Sin embargo, la utilización en el aula de material audiovisual mediante receptores de televisión reducía la interacción a acciones de inicio y parada (Bravo 1996). Esto indujo a un modelo de consumo pasivo que demandaba gran habilidad del instructor para reconocer e intervenir oportunamente según las necesidades de la clase (Zollman & Fuller 1994). Al trasladar este modelo a medios sin intervención de personal docente, como es el caso de la televisión o Internet, la pasividad supone el mayor reto del vídeo como recurso educativo (Dillon & Gabbard 1998).

Una de las primeras propuestas de contenido interactivo para la televisión fue el programa “Winky Dink and You” presentado entre 1953 y 1957. En él, se motivaba al televíidente a superponer un papel sobre la pantalla y unir con crayones una serie de puntos que formaban una imagen. En 1972 la combinación de texto y colores dio origen a servicios de teletexto. Estos servicios extendían el contenido audiovisual como reportes económicos o climáticos, entre otros. La digitalización de la información dio lugar a nuevos estándares, como DVB-MHP (Multimedia Home Platform) asociado con

DVB (Digital Video Broadcasting), que ampliaron las posibilidades para el desarrollo de servicios que se despliegan en el decodificador (set-top-box), surgiendo la Televisión Digital Interactiva (TDi) (Kunert 2009).

En este nuevo escenario, la interactividad adopta distinta formas. Tecnologías como DVB-MHP y HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV) facilitan el desarrollo de aplicaciones con contenidos dinámicos que se combinan con el flujo de televisión y enriquece la experiencia del usuario. Esta capacidad y el uso de un canal de retorno permitió crear servicios complejos en áreas como: la salud (Blackburn et al. 2011), el comercio (Garitaonandia & Garmendia 2009), el entretenimiento (Chorianopoulos & Lekakos 2007) y la educación, conocida como t-learning (Aarreniemi-Jokipelto 2005; Rey-López et al. 2008; Redondo et al. 2011).

Recientemente, se ha propuesto el uso de dispositivos móviles y tabletas como segunda pantalla con mando extendido que permite desplegar más información y trasladar parte de la complejidad de los servicios a otros medios y dispositivos (Cesar et al. 2008). En cuanto al contenido, las técnicas de *Transmedia Storytelling* proponen un formato narrativo que utiliza distintos medios para dar continuidad a la información en otras plataformas (Scolari 2009). Es este caso, no se trata de replicar la información sino extender la experiencia de usuario. Como ejemplos de estas tendencias se tienen los videos juegos asociados a series de televisión y los perfiles en redes sociales de personajes ficticios. Finalmente, el uso de técnicas 3D permite crear entornos de comunicación que fomentan procesos sociales más cercanos a los que pudieran desarrollarse en contextos presenciales (Mekuria et al. 2015).

La TDi puede favorecer la difusión de información en comunidades dispersas (Arciniegas et al. 2011), pero impone diversas restricciones que deben ser tratadas con modelos de interacción particulares para este medio (Viel et al. 2013). En Europa, las iniciativas tecnológicas de interactividad soportadas en los estándares de televisión tuvieron poca acogida por parte de la industria, produciendo un estancamiento en su desarrollo. Por el contrario, las redes de datos ampliaron su capacidad hasta convertirse en canales alternativos para la difusión de contenidos audiovisuales. La convergencia entre las redes de televisión y de datos da lugar al desarrollo de productos como los SmartTV (receptores de televisión con capacidad para el despliegue de servicios de Internet) y el protocolo para transmisión de televisión sobre Internet (IPTV) (Xiao et al. 2007). Sin embargo, este nuevo escenario aún no es representativo en el mercado, por lo que, Internet sigue siendo el mejor escenario tecnológico para el despliegue de servicios educativos basados en recursos multimedia.

La mayoría de investigaciones relacionadas con el concepto de la multimedia se relacionan con enfoques tecnológicos. Estos trabajos abordan problemas tales como: la optimización del medio de transmisión mediante protocolos y formatos de codificación más eficientes; o el tratamiento de vídeos, imágenes y sonidos para el reconocimiento de patrones que permitan la indexación y recuperación de información (Antani et al. 2002). En el primer caso, es esencial nombrar los estándares para la compresión y transmisión de audio y vídeo propuestos por el *Moving Picture Experts Group* (MPEG, [mpeg.chiariglione.org](http://mpeg.chiariglione.org)). Dichos estándares se organizan en diferentes partes, de las que se destaca MPEG-2 como estándar para el transporte de audio y vídeo en televisión digital, y MPEG-7 como un conjunto de metadatos para la descripción de contenidos

(Martínez et al. 2002). En el segundo caso, la aplicación de técnicas de visión de máquina fomentan el desarrollo de nuevos mecanismos de interacción basado en el reconocimiento de gestos (Rautaray & Agrawal 2015) y sistemas de realidad aumentada (Wu et al. 2013). Este tipo de enfoques están fuera del ámbito de estas tesis pero representan líneas de interés futuras.

Por otra parte, existe un gran número de plataformas relacionadas con la gestión de recursos multimedia en Internet. Las más populares, como [youtube.com](https://www.youtube.com), [vimeo.com](https://www.vimeo.com), [metacafe.com](https://www.metacafe.com) o [dailymotion.com](https://www.dailymotion.com), proveen almacenamiento y distribución de vídeos. Típicamente, estas plataformas complementan sus prestaciones con las posibilidades de comentar, valorar y organizar los recursos. Cha y colegas analizan este fenómeno y proponen un ciclo de vida para este tipo de vídeo y sus implicaciones para proveedores y administradores de Internet (Cha et al. 2007). En el ámbito educativo, éstas y otras plataformas, como [teachertube.com](https://www.teachertube.com), [edutube.org](https://www.edutube.org) o [schooltube.com](https://www.schooltube.com), ofrecen recursos seleccionados como relevantes para la enseñanza. En este ámbito, se deben mencionar servicios como [mathtv.com](https://www.mathtv.com), el cual ofrece vídeos para la enseñanza de las matemáticas con un modelo particular: la explicación de un mismo ejercicio es presentado por dos o tres instructores. Este formato ofrece al estudiante la posibilidad de seleccionar el recurso que mejor se adapte a su estilo. En el caso de [khanacademy.org](https://www.khanacademy.org), los contenidos son estructurados en forma de cursos que complementan la experiencia de aprendizaje con preguntas y discusiones basadas en comentarios. Este tipo de estructuras ha revolucionado la oferta de cursos en-línea y forma parte del modelo MOOC (Massive Open Online Course).

El MOOC es un modelo de servicio educativo en pleno auge lleno de retos y oportunidades (McAuley et al. 2010; McKay & Lenarcic 2015). Su principal característica es la interacción centrada en los recursos multimedia. De acuerdo con Downes (2011), un MOOC puede desarrollarse desde dos perspectivas: xMOOC y cMOOC.

Un xMOOC es estructurado por secuencias de aprendizaje intercalando vídeos, documentos y ejercicios. Además, incluyen algunos componentes sociales y de colaboración, tales como: foros, y notificaciones vía correo electrónico y evaluación por pares. Su diseño instruccional se asemeja a un curso presencial que guía al estudiante a través de recursos de información y evaluación. Su tecnología ha sido diseñada para gestionar gran volumen de datos y accesos altamente concurrentes. Algunos ejemplos de estas plataformas son: [edx.org](https://www.edx.org), [coursera.org](https://www.coursera.org), [udacity.com](https://www.udacity.com), [futurelearn.com](https://www.futurelearn.com) y [miriadax.net](https://www.miriadax.net). Iniciativas de código abierto, como OpenEdx ([open.edx.org](https://open.edx.org)), han motivado que diversas instituciones ofrezcan sus cursos en instancias propias. Dichos cursos suelen ser completamente públicos, gratuitos e informales, pero existen una tendencia por utilizarlos como parte de la formación reglada bajo un modelo de aprendizaje mixto (McKay & Lenarcic 2015; Delgado-Kloss et al. 2015; Fox 2013).

Por otra parte, el enfoque cMOOC no define una estructura de contenidos. En este caso, un grupo de individuos se auto-organiza e interactúa como comunidad alrededor del dominio de conocimiento. En este proceso, descubren y conectan diversos recursos que constituyen las estructuras de conocimiento (Cormier 2008; Siemens 2013). En este paradigma, las plataformas asisten procesos centrados en la comunicación y la colaboración entre los miembros de la comunidad. Como ejemplo de estas plataformas se tiene: [p2pu.org](https://www.p2pu.org), [khanacademy.org](https://www.khanacademy.org) y [coursehero.com](https://www.coursehero.com).

Las teorías, métodos y conceptos desarrollados en esta tesis son complementarios a los modelos MOOC y proporcionan instrumentos para diseñar y analizar este tipo de escenarios. En particular, esta tesis aporta conceptos relacionados con la creación de contenidos multimedia y el diseño instruccional centrado en la interacción; además, ofrece un enfoque de análisis compatible con los procesos y tareas que en ellos se desarrollan. En el presente, algunas de estas ideas están siendo llevadas a cabo en los cursos de la Universidad Autónoma de Madrid (Claros et al. 2014; Claros, Cobos, Sandoval, et al. 2015).

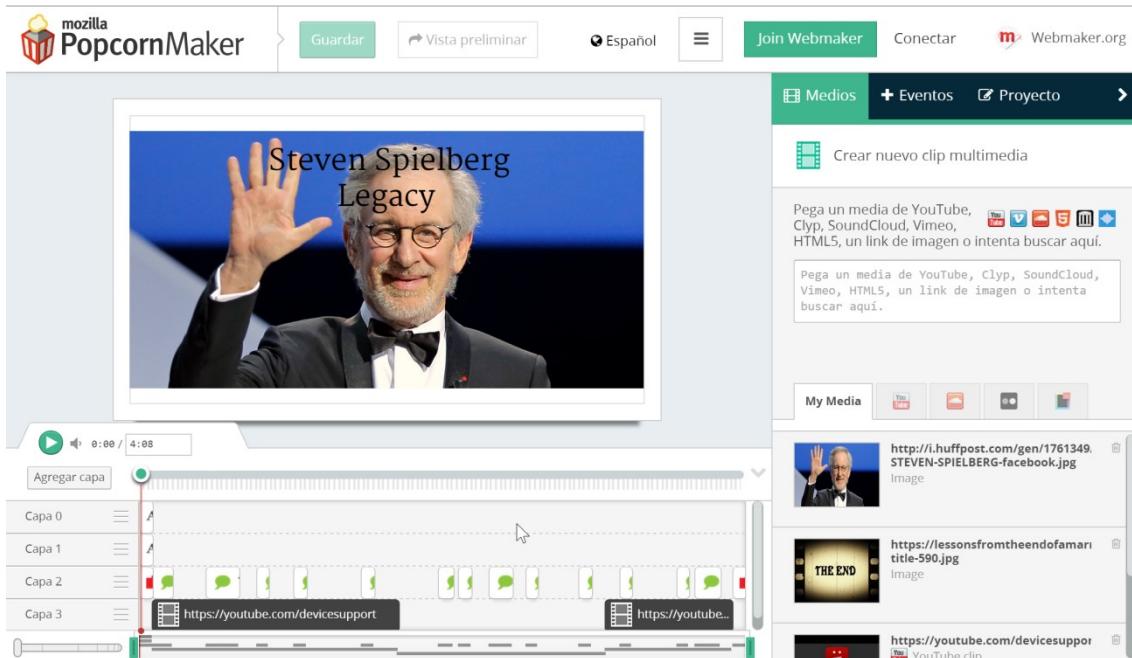
Independiente del enfoque, uno de los mayores retos de la educación es identificar y disponer de objetos multimedia de calidad y pertinencia para el proceso de aprendizaje. Este reto puede ser abordado de distintas formas: i) diseñando y creando recursos propios; ii) filtrando recursos desde repositorios; y iii) adaptando recursos existentes a los objetivos de aprendizaje.

En la primera aproximación, el resultado se ajusta a los requerimientos de los instructores pero demanda gran habilidad y esfuerzo. Además, se requiere de herramientas para la creación de contenido, cuyas versiones profesionales suelen ser costosas y complejas. Existen herramientas intermedias más asequibles (por ejemplo [Camtasia](#)) que ofrece la funcionalidad necesaria para una edición básica de vídeos. Otras alternativas, facilitan capturar la pantalla del ordenador para generar contenidos de tipo tutorial, por ejemplo: [fraps.com](#), [ffsplit.com](#) o [webinaria.com](#). Por otro lado, ciertas plataformas permiten la difusión en tiempo real de contenido, facilitando la creación de un canal de video-streaming que se complementan con comentarios y etiquetas. Algunos ejemplos de estas plataformas son: [ustream.tv](#), [livestream.com](#), [twitcam.livestream.com](#). En la segunda aproximación, es necesario contar con repositorios abiertos y hacer un balance entre calidad y la pertinencia de cada recurso. Finalmente, la tercera opción parece equilibrar mejor el esfuerzo y la personalización de los recursos a través de la reutilización y la adaptación de los contenidos. Esta última aproximación se conoce como remezcla de contenidos y es una práctica habitual en Internet.

La remezcla de contenidos se ajusta adecuadamente a las tecnologías web sociales. Su objetivo es utilizar recursos disponibles en Internet para combinarlos, adaptarlos y redistribuirlos. Este modelo es aplicado a distintos tipos de contenidos, por ejemplo con proyectos de programación ([scratch.mit.edu](#)) y contenidos multimedia ([popcorn.webmaker.org](#)). En este último caso, dichas herramientas facilitan interfaces para mezclar vídeos, imágenes, textos y otros componentes. Además, permiten incluir algunas acciones de bucles y pausas. Para ello, utiliza como referencia una línea temporal dividida por capas (ver figura 3.1). Otras plataformas facilitan la sincronización de vídeos con presentaciones ([presentz.org](#)).

Para desarrollar este tipo de herramientas, se utilizan las interfaces de programación proporcionadas por plataformas como [YouTube](#). Estas interfaces permiten manipular los eventos del reproductor y crear rutinas de sincronización de contenido a través del lenguaje JavaScript. Por su parte, el estándar HTML5 introdujo las etiquetas *video* y *audio* para incorporar estos elementos como objetos nativos de la web. Sin embargo, diversos mecanismos de sincronización previamente descritos por la misma organización en el estándar SMIL (<http://www.w3.org/TR/SMIL3/smil-timing.html>) no

fueron tenidos en cuenta, perdiendo parte de su potencialidad. Esta tesis retoma dicho lenguaje para describir los recursos multimedia e incluir mecanismos de interactividad. Asimismo, aprovecha las librerías de desarrollo proporcionadas por YouTube para desarrollar su propio intérprete del lenguaje.



*Figura 3.1. Interfaz de la aplicación PopCorn Maker.*

SMIL es un lenguaje XML desarrollado por la W3Cs para la descripción de presentaciones multimedia (Bulterman & Rutledge 2010). Su utilización abarca entornos web, dispositivos móviles y libros digitales. En él, se definen elementos para la temporización, transiciones o disposición de los elementos en pantalla (*layouts*), entre otros. Sin embargo, no fue integrado como estándar en los navegadores web, por lo que requiere complementos adicionales como Quicktime player, Windows Media Player o RealPlayer.

El intérprete de código abierto más importante de SMIL es [ambulantplayer.org](http://ambulantplayer.org), el cual funciona como una aplicación de escritorio pero cuenta con una extensión para los navegadores web (Jansen & Bulterman 2009). No obstante, existen implementaciones alternativas al lenguaje que son compatibles con el estándar Web (Cazenave et al. 2011; Gaggi & Danese 2011). Recientemente se ha desarrollado una versión basada en la tecnología de transiciones de CSS (Laiola et al. 2014).

SMIL ha sido utilizado en el desarrollo de contenidos e-learning (Zimmermann 2011). Asimismo, Chen et al. (2008) desarrollaron un marco de referencia basado en SMIL para sincronizar y dinamizar contenido HTML con un propósito educativo, al que denominaron "Web-based Synchronized Multimedia Lecture" (WSML) (Chen & Liu 2008). Este marco propone tres etapas: grabación de la lección, creación de marcas de eventos que sirvan de estructura de navegación y presentación del contenido.

Una alternativa a estas implementaciones es WebNCL (Melo et al. 2012). Se basa en la adaptación para la web del lenguaje NCL (*Nested Context Language*), que es parte del

estándar para la descripción de contenidos de GINGA (Filho et al. 2007). NCL es un lenguaje modular que incluye elementos de SMIL y XLink.

Finalmente, se debe mencionar Paella (<http://paellaplayer.upv.es/>), un componente de código abierto desarrollado en la Universidad Politécnica de Valencia que permite sincronizar múltiples flujos de información con cuestionarios y comentarios. Actualmente es soportado como un bloque funcional de la arquitectura OpenEdx. Su utilización requiere la programación de sus funciones a través de línea de código JavaScript.

Hasta el momento se han presentado los antecedentes más técnicos de esta tesis. No obstante, las tareas de diseño y creación de recursos educativos requieren gran habilidad y esfuerzo, pero también ofrecen una oportunidad para el aprendizaje activo. La manipulación y apropiación de los conocimientos favorecen el desarrollo de habilidad cognitivas de orden superior (Huang et al. 2008; Hongpaisanwiwat 2006). En consecuencia, resulta altamente pertinente involucrar a los estudiantes en dichas tareas (Carter 2002; Carter et al. 2014). En esta línea se encuentran múltiples iniciativas como MoViE: una plataforma móvil para la narración de cuentos utilizada por niños (Multisilta et al. 2010; Multisilta & Niemi 2014). Estos antecedentes muestran que el proceso de coautoría en el aprendizaje involucra aspectos emocionales, de divertimento y responsabilidad individual que son potenciados por el formato de contenido multimedia (Schank 1994).

Bellotti y colegas proponen un marco de referencia para la creación de contenidos educativos en entornos de t-learning separando las herramientas del lado de producción y cliente (Bellotti et al. 2008). Para producción, presentan una herramienta que facilita la edición de un fichero XML que describe el contenido. Del lado cliente, el reproductor, llamado “*Course Multimedia Player (CMP)*”, interpreta y despliega el contenido sobre el *set-top-box*. Dicho modelo es similar al desarrollado en esta tesis, modelando el material creado como Objetos de Aprendizaje que resultan reutilizables, flexibles y auto-contenidos. Sin embargo, el contexto tecnológico es distinto y no incluye la integración con servicios web sociales.

Por otra parte, el proyecto Juxta Learn (<http://juxtalearn.eu/>) propone una metodología de aprendizaje basado en la creación de vídeo por parte de los estudiantes de institutos, los cuales interactúan a través de una plataforma de red social llamado Cliplt ([clipit.es](http://clipit.es)) (Llinás et al. 2014). La interacción social en esta plataforma ha sido estudiada mediante técnicas de análisis de redes sociales y análisis de contenido que ha permitido identificar algunos patrones de interacción (Haya et al. 2015).

Para finalizar, diversos autores relacionan la interacción con la efectividad del aprendizaje (Zhang et al. 2006). Sin embargo, los mecanismos que se citan se basan en acciones básicas de control sobre la presentación. El mecanismo más recurrente son las anotaciones o comentarios al contenido (Cherry et al. 2003; Yousef & Chatti 2014). En el caso de las plataformas MOOC, estos mecanismos se extienden más allá del recurso y proponen secuencias de aprendizaje donde se mezcla contenido y componentes de tipo cuestionarios y otros formatos de ejercicios. Finalmente, la creación y remezcla de contenidos parece contribuir en la depuración del material y en la apropiación de los conceptos por parte de los autores de dichas acciones.

Esta tesis retoma estos conceptos y construye una visión global del fenómeno de la interacción a través de los mecanismos que se exponen en el capítulo 4.

### 3.2 Uso de las plataformas de medios sociales en contextos educativos

La teoría socio-constructivista destaca la influencia social en el proceso de aprendizaje. Dicha influencia parece ser potenciada por el fenómeno cultural y tecnológico que rodea a las plataformas de medios sociales (Kaplan & Haenlein 2010). Por tanto, entornos como las redes sociales, pueden facilitar el despliegue de servicios que potencien la colaboración y la comunicación (Agichtein et al. 2008), favoreciendo los procesos educativos (Hew & Cheung 2013). Además, posibilitan que cada individuo gestione sus propias herramientas y recursos, fomentando la creación de un espacio de aprendizaje personal (Dabbagh & Kitsantas 2012).

El concepto de Web social agrupa diversos tipos de servicios como: redes sociales, wikis, blogs, micro-blogs, marcadores y sistemas de etiquetas, entre otras (Dabbagh & Kitsantas 2012). Estos servicios se agrupan en entornos complejos que permiten gestionar recursos en formatos de vídeos, audios, imágenes, etc. Asimismo, facilitan herramientas de coordinación, como listas de contactos, programación de tareas y calendarios; y comunicación, como chats, foros, e incluso sistemas de videoconferencia.

Esta funcionalidad ha permitido desarrollar nuevas tendencias pedagógicas orientadas a la participación activa del estudiante en procesos de discusión y creación de contenidos (Conole & Alevizou 2010). Algunas de estas experiencias utilizan plataformas comerciales, como Facebook (Roblyer et al. 2010; Meishar-Tal et al. 2012) o Twitter (Grosseck & Holotescu 2008), mientras que otras crean sus propios entornos, basados en librerías como Elgg ([elgg.org](http://elgg.org)) (Garrett et al. 2007; Urquiza-fuentes et al. 2014). El primer tipo de escenarios favorecen la integración de las actividades de aprendizaje en el espacio personal de los individuos, con diversas consecuencias (Aydin 2012): algunos estudiantes rechazan el modelo y lo encuentran intrusivo; mientras que otros son motivados a participar, aunque reconocen que suelen distraerse en los servicios de la propia plataforma. Además, dichos entornos suponen un riesgo a la privacidad de los datos y dificultan las tareas de seguimiento y evaluación por parte del instructor.

El segundo escenario, la creación de un entorno propio, posibilita el desarrollo de servicios de gestión del proceso educativo, pero introduce una alta complejidad para su puesta en marcha. Para mediar con este problema se pueden adoptar dos aproximaciones: primero, extendiendo la funcionalidad de las plataformas comerciales a través de las distintas interfaces que estos ofrecen (Feiler 2008; Reagan 2010); segundo, extendiendo la funcionalidad de los sistemas de gestión de aprendizaje (en inglés, Learning management system, LMS) hacia una componente social (Garmendia & Cobos 2013; García-Penalvo et al. 2011). Esta tesis ha optado por la primera de estas aproximaciones y participado en el desarrollo de la segunda a través de módulos para el LMS Moodle que facilitan algunos servicios de interacción social, conocido como Moodle Social (Claros et al. 2014).

No obstante, los aspectos más relevantes del modelo de medios sociales en la educación no se encuentran en la tecnología sino en la dinámica de la interacción social. Dicha dinámica es distinta a la que se produce en contextos presenciales (Gunawardena

& Zittle 1997). Para lograr una mejor compresión de dicha dinámica es necesario profundizar en estrategias y métodos de análisis de datos acordes a este tipo de escenarios. Asimismo, estas estrategias deben ser acompañadas con teorías que intenten dar explicación de los fenómenos que allí ocurren, por ejemplo, la teoría de presentación social (Gunawardena & Zittle 1997).

La presencia social es una medida subjetiva del grado de relevancia de un individuo en la interacción y sus consecuentes relaciones interpersonales, es decir, es el grado con el cual un individuo es percibido como una persona real dentro de un espacio virtual (Gunawardena & Zittle 1997). Para ello, su participación debe ser notoria frente a otros. Dicha presencia es influenciada por las limitaciones del sistema de comunicación que puede ocultar información no verbal como las expresiones faciales y el contacto visual, pero también por la actitud de los individuos frente a dicho sistema. En contextos educativos, dicha presencia parece estar relacionada con la efectividad del aprendizaje. De esta manera, una presencia social fuerte por parte del personal docente parece desarrollar también cercanía hacia los contenidos de los cursos y una mayor satisfacción sobre la experiencia de aprendizaje (Wise et al. 2004).

Desde nuestra perspectiva, una forma de contribuir a la presencia social es mediante los proceso de autoría o creación de contenidos. La creación está asociada a la expresión individual de la personalidad. De esta manera, este proceso transfiere carácter personal al objeto generado, creando un vínculo de empatía hacia el mismo. De igual manera, la discusión puede modelarse como la creación de consenso entre dos o más individuos sobre un concepto o idea. En ambos casos, existe una implicación emocional que fomenta la participación de los individuos en las actividades de aprendizaje (Kreijns et al. 2003). Además, estos efectos influencian la estructura y dinámica de los grupos y la efectividad en los procesos de aprendizaje (Plass et al. 2014).

Los antecedentes citados sugieren una alta dinámica y complejidad en los procesos relacionados con la interacción social y la autoría. Con el objetivo de abordar dicha complejidad, a continuación se presentan algunos trabajos relacionados con las estrategias de análisis de la interacción.

### 3.3 Análisis de la interacción en contextos educativos

Entender el comportamiento de los individuos en situaciones de aprendizaje permite desarrollar mejores mecanismos de adaptación y recomendación en los sistemas de asistencia a la enseñanza (Baker & Yacef 2009; Alcalá-Fdez et al. 2009). Romero y Ventura (2008) clasifican las investigaciones relacionadas con el análisis del aprendizaje para distintos propósitos (Romero & Ventura 2010), por ejemplo: analizar y visualizar datos importantes para la toma de decisiones; ofrecer realimentación para instructores; proveer recomendaciones para los estudiantes; predecir el desempeño en las tareas; analizar el comportamiento social; ayudar a los instructores y estudiantes al cumplimiento de planes y cronogramas de actividades de acuerdo a sus objetivos de aprendizaje, entre otros.

Por otra parte, la inadecuada representación de los resultados de los procesos de análisis que dificultan su aprovechamiento. Esto ha motivado el desarrollo del concepto de *analíticas de aprendizaje* (Siemens & Baker 2012; Ferguson et al. 2014; Buckingham

& Ferguson 2012; Lockyer & Dawson 2011). Las analíticas de aprendizaje combinan métodos de análisis y técnicas de representación aplicadas a datos provenientes de escenarios educativos con el propósito de extraer información útil para la toma de decisiones a distintos niveles. Por ejemplo: a nivel macro o institucional permite redefinir planes de estudio o evaluar su efectividad y sostenibilidad; a nivel meso o de grupo, facilita la identificación de casos de éxitos que pueden ser utilizados como referencia en el diseño de estrategias didácticas más efectivas; y finalmente, a nivel micro o individual, facilita el seguimiento y la medida del desempeño de los estudiantes, permitiendo una mejor comprensión de su rol dentro de la comunidad (Ferguson et al. 2014).

Las investigaciones en esta línea suelen utilizar paquetes estadísticos como SPSS o R, pero también, herramientas o libreras para la aplicación de técnicas de minería de datos como: KEEL (Alcalá-Fdez et al. 2009); Weka (Hall et al. 2009); KNIME (Meinl et al. 2009). Usualmente, los reportes de investigación están centrados en casos de estudio particulares, pero existen propuestas que describen el uso de técnicas de minería de datos de la información disponible en un LMS como Moodle (Romero et al. 2008), que en algunos casos son extensiones a los entornos (Dyckhoff et al. 2011; Dawson & Heathcote 2010).

La interacción social ha motivado un enfoque particular de las analíticas de aprendizaje denominado *Social Learning Analytics* (Buckingham & Ferguson 2012). En este enfoque se buscan patrones de comportamiento que puedan ser significativos para los procesos de aprendizaje, por ejemplo la presencia social, el grado de aislamiento o el rol que un individuo desempeña dentro de una estructura. Para ello, se analizan los procesos en los que los individuos interactúan directamente con otros, a través de servicios de comunicación, o indirectamente, a través de acciones que influyen su comportamiento, por ejemplo, acciones de colaboración como el etiquetado o valoración de sus recursos (Buckingham & Ferguson 2012).

En esta línea, las técnicas de análisis de redes sociales o SNA modelan dicha interacción basada en las relaciones y atributos que presentan los datos (Carrington et al. 2005). Estas técnicas han sido utilizadas para analizar diversos tipos de escenarios, pero en particular, esta tesis se centra en escenarios CSCL contribuyendo en dos aspectos (Claros, Cobos & Collazos 2015): i) recopilando un conjunto de métricas definidas en el enfoque SNA identificadas en la literatura como útiles para el análisis de estos escenarios colaborativos; ii) sugiriendo una dimensión temporal a dichas métricas.

El primero de estos aportes fue abordado mediante una revisión sistemática de distintos informes de investigación que reportan el uso de técnicas SNA aplicadas a escenarios CSCL, por ejemplo (Nurmela et al. 1999; Marcos-García et al. 2015; Laat et al. 2007; Claros, Cobos & Collazos 2015). El segundo aporte consiste en calcular y analizar un subconjunto de estas métricas SNA a lo largo del tiempo de la experiencia. Este enfoque demuestra que métricas como la centralidad por intermediación y centralidad por cercanía son sensibles a los cambios de la estructura de la red producidos durante los procesos de interacción del grupo. De acuerdo con este hecho, la evaluación del estado final de las experiencias, como usualmente se realiza, es insuficiente para analizar la dinámica social. Las métricas y el enfoque temporal propuesto se exponen en detalle en el capítulo 6 de esta monografía.



## 4. Mecanismos de interacción centrados en recursos de aprendizaje multimedia

*La combinación de la teoría cognitiva de aprendizaje multimedia, los modelos de servicios de medios sociales y los principios de colaboración abordan el fenómeno de la interacción desde distintos puntos de vista. Como resultado, identificamos tres tipos de mecanismos para la interacción denominados: interactividad; interacción social; e interacción por autoría. Este capítulo profundiza sobre estas tres categorías y ofrece ejemplos concretos de distintos mecanismos utilizados para su diseño e implementación como parte de una estrategia de aprendizaje activo.*

### 4.1 Introducción

En los capítulos 2 y 3 se describieron los principales conceptos, teorías y trabajos relacionados con el aprendizaje activo, la multimedia y la interacción. De acuerdo con estos antecedentes, en todo escenario de aprendizaje se manifiesta diversas formas de la interacción. Para ilustrar este resultado analicemos el siguiente escenario:

*“María ha visto muchas veces a su madre haciendo galletas, así que decide hacer unas para compartir en su cumpleaños. Desconoce algunas medidas e ingredientes, así que toma un libro de cocina y busca la receta. En ese momento se enfrenta a varias dificultades: algunas partes estas borrosas y en ocasiones las instrucciones le resultan confusas. Pide a su madre que le ayude y entre ambas intentan seguir las instrucciones. El resultado no es del todo satisfactorio, por lo que decide cambiar algunos pasos y le añade un poco de canela a la fórmula. En esta ocasión llama a su hermano para que pruebe el nuevo resultado. Le gusta. María decide entonces escribir su versión de la receta y compartirla en su plataforma de red social. Ahora, sus amigas hacen galletas siguiendo la receta de María, y prueban nuevos ingredientes.”*

Esta historia pretende reflejar una situación cotidiana. El aprendizaje es la habilidad que ha permitido al hombre sobrevivir y evolucionar a lo largo de su existencia, por lo que está presente en la vida diaria. Sin embargo, reflexionemos sobre los diversos elementos que se desarrollan en este escenario.

La historia parte de la motivación intrínseca del individuo por adquirir un nuevo conocimiento o habilidad. La observación directa permite adquirir una visión global del dominio pero omite detalles de información y procedimiento. Esto hace necesario recurrir a otras fuentes, en este caso el libro de cocina. Dicha fuente le ofrece acceso inmediato a instrucciones y consejos que pudieran ser suficientes para alcanzar los objetivos propuestos, lo que lo hace un recurso valioso. Posiblemente fue diseñado con índices para facilitar la búsqueda y tablas para conversión de medidas o cálculo de proporciones. Sin embargo, una elevada carga cognitiva intrínseca de la tarea, sumada a la carga cognitiva extraña, generada por problemas de accesibilidad o lenguaje, reducen la motivación y conllevan al abandono de la misma. En ese momento, la intervención de un agente social, la madre, repercute en dos procesos: primero,

ayudando en el proceso cognitivo a una mejor comprensión o aportando nuevos datos; y segundo, fomentando la motivación extrínseca.

Dicha motivación es causada por compartir las emociones evocadas durante el proceso (tales como frustración o alegría) y el refuerzo positivo de las acciones. Una vez se alcanza un dominio suficiente de competencias básicas, el individuo tiende a experimentar incluyendo elementos cercanos y personales (el gusto de María por la canela). Esto le permite apropiarse del conocimiento y desarrollar empatía con el resultado. La confianza y motivación adquirida durante el proceso fomenta la divulgación del nuevo saber que realimenta el ciclo de enseñanza-aprendizaje.

Las reflexiones propuestas son válidas para una amplia gama de situaciones de aprendizaje, que dependiendo de las teorías de aprendizaje que se apliquen, pueden centrarse en unos u otros aspectos. Para el interés de esta tesis señalamos los siguientes elementos:

- La motivación del individuo por el aprendizaje.
- La identificación de un patrón o modelo para su observación.
- La interacción del individuo con las fuentes de información.
- El desarrollo de procesos de reflexión.
- La apropiación del conocimiento.
- La generación de resultados, su divulgación y la realimentación del ciclo.

La motivación es un elemento clave y altamente complejo del fenómeno de aprendizaje. En él participan factores intrínsecos y extrínsecos. Los primeros son propios del individuo como la confianza y la autodeterminación. Los segundos son generados fuera del individuo como resultado del reconocimiento social y las recompensas. Estos factores determinan el grado de esfuerzo y satisfacción que el individuo dispone para alcanzar sus objetivos de aprendizaje.

Por otra parte, el conocimiento humano se encuentra condensado en distintos recursos y formatos. La forma más básica de aprendizaje consiste en la observación directa de otros agentes, cuyas acciones sirven de patrón o modelo de solución a tareas concretas. En este caso, el individuo imita un comportamiento para tratar de alcanzar unos resultados deseados (Bandura 1991). Sin embargo, este procedimiento demanda largos períodos de observación y alta disponibilidad del agente que sirve como modelo o ejemplo para el aprendizaje.

Para procurar una mayor eficiencia en el proceso de aprendizaje, la abstracción de estas observaciones es condensada a través de distintos formatos y medios. La primera de estas fuentes es el mismo agente modelo, surgiendo los roles de maestro/instructor y aprendiz. Este paradigma resulta altamente efectivo pero poco escalable, por lo que es necesario introducir recursos que diversifiquen y aumenten la disponibilidad de la información. En contrapartida, dichos recursos demandan mayor esfuerzo para asimilar su contenido, y añaden la carga cognitiva de su manipulación, por ejemplo, al tener que buscar una página específica donde presenten las fórmulas de conversión de medidas.

No obstante, el acceso a la información no suele ser suficiente para el aprendizaje. De acuerdo con las teorías cognitivas, es necesario llevar a cabo procesos de reflexión que permitan estructurar y abstraer el conocimiento. Adicionalmente, la teoría de aprendizaje

socio-constructivistas plantea la necesidad de crear conexiones entre los nuevos conceptos y conocimientos previos, denominada Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) (Davydov & Kerr 1995). La ZDP es la apropiación de la información estableciendo relaciones con elementos cercanos y personales, dando como resultado nuevos objetos de información. Para validar estos objetos se recurre a criterios personales y colectivos, por lo que la divulgación y la construcción de consenso afianzan el conocimiento y realimenta el ciclo de enseñanza-aprendizaje.

De acuerdo con esta tesis, todos estos elementos forman parte de un escenario de aprendizaje activo. Pero en particular, reconocemos tres categorías de interacción: i) cuando el individuo manipula recursos de información sin modificar su contenido o esencia, al que denominamos *interactividad*; ii) cuando el individuo interactúa socialmente de forma directa o indirecta con otro agente, denominada interacción social; iii) cuando el individuo construye nuevos objetos de información, denominada interacción por autoría.

A continuación se desarrolla cada una de esas categorías desde bases teóricas y técnicas. Además, se proponen distintos mecanismos que pueden ser usados como elementos concretos para el diseño e implementación de entornos de aprendizaje activo.

## 4.2 Interactividad

De acuerdo con la definición general de interacción dada en el capítulo 2, la interactividad se manifiesta en la reciprocidad de acciones entre las personas y los recursos de aprendizaje multimedia. Esto implica que el individuo manipula las propiedades del recurso y cambia aspectos de presentación o comportamiento. Asimismo, el recurso estimula la reflexión y las acciones del individuo sobre elementos del entorno. Esta definición sugiere que los recursos son dinámicos, desarrollados con objetivos concretos, y soportados por formatos que permitan describir las reglas de interacción. Su principal ventaja es la autonomía con la que el individuo puede acceder a la información, lo que resulta un factor clave para la motivación.

### 4.2.1 Mecanismos de Interactividad

En la literatura se definen cinco mecanismos de interactividad (Moreno & Mayer 2007): diálogo, control, manipulación, búsqueda y navegación. Estos a su vez están basados en cinco principios: actividades guiadas, reflexión, realimentación, control y pre-entrenamiento (experiencia). La interactividad por diálogo se manifiesta mediante preguntas que al contestarlas ofrecen realimentación. La interactividad de control es la posibilidad de seleccionar piezas específicas de contenido o cambiar el orden en su presentación. La interactividad de manipulación consiste en cambiar aspectos visuales del contenido, como aumentar de tamaño de la fuente, o establecer nuevos parámetros sobre una simulación. La interactividad de búsqueda se basa en realizar consultas que sirvan de atajo a la información. Finalmente, la interactividad de navegación es la posibilidad de contar con elementos de menú e hipervínculos para acceder a nuevos contenidos.

#### 4.2.1.1 Dialogo

Es la forma más recurrente de interactividad en los contextos de aprendizaje. La forma simple de este mecanismo son ventanas emergentes en las que se resume, previene o indaga al individuo. Existen diversas formas de indagación que dependen del formato de las preguntas y los mecanismos de realimentación que se utilicen. Los mecanismos de dialogo interrumpen el flujo de la información permitiendo la reflexión y centrando la atención en un elemento.

Existe un amplio número de formatos para preguntas, entre ellos:

**Preguntas abiertas:** la respuesta se introduce sobre un espacio libre. Este tipo de preguntas se suelen limitar a un conjunto de palabras o frases claves que pueden ser validadas a través de expresiones regulares que técnicas de procesamiento de lenguaje natural. Este tipo de preguntas son útiles para el análisis cualitativo y suelen ser analizadas mediante expertos que clasifican cada entra en categorías. Dichas categorías pueden estar relacionadas con emociones, pensamiento crítico, gestión de conocimiento, entre otras (Henri 1992).

**Preguntas cerradas:** la respuesta se acota a un número de opciones conocidas permitiendo diseñar reglas de validación concretas. La relevancia del buen diseño de las preguntas radica en la posibilidad de su análisis. Esta información permite estimar el grado de comprensión o atención sobre el contenido basado en el número de fallos, reintentos, accesos a la ayuda, etc. Para profundizar en esta línea es necesario recurrir a la psicometría y la estadística, entre otras áreas. A su vez, las preguntas cerradas pueden ser de distintos tipos, principalmente:

- **Selección múltiple:** representa variables categóricas no excluyentes.
- **Selección única:** representa variables categóricas excluyentes.
  - **Dicotómicas:** solo existen dos posibilidades de respuestas, por ejemplo Si/No, Verdadero/Falso, etc.
  - **Bipolares o diferencial semánticas:** en este caso se tienen dos conceptos contrapuestos con diversos valores intermedios de entre los que se selecciona la respuesta.
  - **Escala o niveles:** representa variables categóricas ordinales, es decir, en las que la posición relativa de las respuestas está asociada con su peso en la escala.
    - **Escala continua:** captura el valor de la respuesta en un formato continuo o de alta resolución, lo que parece favorece el análisis cuantitativo de los datos. Un mecanismo frecuentemente utilizado para este propósito son marcas sobre líneas continuas, conocidas como escala gráfica de valoración (Thomas 2011).
    - **Escala discreta:** conjunto limitados de valores. Estas escalas son utilizadas, por ejemplo, para evaluar la calidad relativa de un objeto o la intención de compra sobre un producto.
      - **Likert:** es un caso particular de escala en la que el rango de preguntas estas asociada el grado de acuerdo o desacuerdo con una afirmación.

La construcción de mecanismos de diálogo se realiza mediante formularios de texto, mecanismos *Drag-and-Drop*, cajas desplegables, imágenes, etc. Todas estas formas de representación son válidas para la interactividad puesto que el fenómeno está inmerso en la implicación de las preguntas y no en su presentación. Las acciones de retorno de un dialogo son variadas: i) determinar una entrada como válida o errónea y desplegar en cada caso un mensaje de refuerzo positivo; ii) desplegar nuevas indicaciones o pistas de la respuesta y esperar reintentos; iii) disparar otras acciones de manipulación sobre la presentación como saltos o mecanismos de adaptación.

#### 4.2.1.2 Control

Permiten manipular el flujo de la información sobre los recursos. Sus acciones son principalmente: inicio, pausa, saltos, cambios de velocidad de la reproducción, inversión de la dirección del flujo y finalización del flujo. Algunos entornos incluyen opciones de salto en bloques de 10 o 30 segundos para facilitar a los usuarios la revisión rápida del contenido.

#### 4.2.1.3 Manipulación

Agrupan acciones de accesibilidad que permiten adaptar la presentación en tamaño o color. Además, se tienen las herramientas de simulación que permiten configurar un conjunto de parámetros para reconstruir comportamientos a partir de modelos matemáticos. Estos simuladores llegan a ser de diversa complejidad y propósito, por ejemplo la animación de un evento físico. Sin embargo, pueden ser sistemas complejos con los que se generen datos experimentales que posteriormente sean analizados.

#### 4.2.1.4 Búsqueda

Permiten realizar consultas a los recursos sin tener que seguir una estructura. Es útil para recursos extensos, conectados a bases de datos que provean información oculta o poco estructurada.

#### 4.2.1.5 Navegación

Por su parte, la navegación es implementada mediante enlaces y opciones de menús que se relacionan con la estructura de la información. Ofrecen atajos y permite al individuo crear su propia ruta de aprendizaje a través del recurso.

Hasta el momento hemos presentado algunas de las características funcionales que se asocian con la interactividad. Algunos de estos mecanismos son innatos a los formatos audiovisuales, por ejemplo los mecanismos de control, pero otros requieren elementos adicionales que no son considerados. El diseño de recursos interactivos debe combinar estos mecanismos para garantizar la diversidad de acciones que un individuo puede realizar sobre la información. Sin embargo, los formatos estándar de contenido multimedia presentan grandes limitaciones para integrar y combinar dichas características. Esto conlleva a que cada unidad de información sea manipulada de manera independiente e integrada solamente en la fase de reproducción. Sin embargo, las principales desventajas de dichas propuestas son las limitaciones sobre los tipos de mecanismos de interactividad que soportan y la dependencia con tecnologías y formatos cerrados. En esta línea, esta tesis presenta un nuevo formato de documentos para la descripción de contenidos multimedia-interactivos que aborda dichas desventajas.

#### 4.2.2 Modelo de documento para contenidos multimedia-interactivos

La definición de recursos multimedia desde un formato de documento facilita su gestión. Además, posibilita el desarrollo independiente de herramientas de autoría y reproducción, dividiendo su complejidad y permitiendo enfocarse en aspectos funcionales distintos.

Después de analizar distintas alternativas para un formato de documento para la descripción de contenidos multimedia, esta tesis optó por el uso de SMIL para la orquestación de distintos tipos de elementos multimedia, los cuales se sincronizan a través de eventos y marcas de tiempo. Además, permite combinar elementos de flujo continuo, como vídeos y sonidos, con flujos discretos, como imágenes y textos en un único documento de presentación multimedia.

Los flujos de información pueden ser paralelos (etiqueta *par*) o secuenciales (etiqueta *seq*), además existe la posibilidad de definir caminos excluyentes (etiqueta *exec*). SMIL no está pensado como un formato donde se almacene información sino que la referencia y enriquece con propiedades temporales. Sin embargo, información simple, como textos, pueden ser directamente descritos en el documento. Su especificación ofrece amplias posibilidades a la orquestación de contenidos, pero presenta limitación a la definición de mecanismos de interactividad.

SMIL permite la definición de hipervínculos que pueden ser utilizados para implementar mecanismos de navegación, sin embargo no considera el despliegue directo de formularios o acciones de control. Para cubrir estas limitaciones, esta tesis propone un conjunto de nuevas etiquetas que complementan los ficheros SMIL. El objetivo principal de estas etiquetas es simplificar la configuración de mecanismos de dialogo y facilitar la integración con nuevos componentes que sirvan como animaciones, simuladores o servicios que fomenten la interacción.

El conjunto más relevante de etiquetas propuestas son:

- “question”: describe mecanismos de dialogo basados en preguntas abiertas y cerradas.
- “swf”: describe elementos desarrollados con tecnología Adobe Flash usada para crear animaciones o herramientas de simulación.
- “action”: describe acciones de control sobre el reproductor tales como pausas y saltos.
- “url”: describe de forma genérica un elemento de información que se inserta dentro del recurso basado únicamente en su URL.
- “tts”: permite describir un texto que es reproducido en forma de audio mediante un servicio text-to-speech.
- “gallery”: describe un conjunto de imágenes en bloque que se presentan en formato carrusel.

El siguiente fragmento representa un ejemplo del uso de la etiqueta *question* para describir un mecanismo de diálogo de pregunta cerrada con opción única cuya acción de respuesta es evaluar la validez de la entrada y mostrar un mensaje de refuerzo positivo o de ayuda, en caso de fallo; posteriormente, permite continuar con el flujo de información:

```

<sml:question callback="continue" region="dialog" type="radio" title="Pregunta"
feedback="Ayuda" action="url_servicio.persistencia">
  <sml:option id="o4242">Op1</sml:option>
  <sml:option correct="true" id="o4243">Op2</sml:option>
</sml:question>

```

- *callback*: corresponde a la regla de interacción posterior a la entrada.
- *region*: área donde se especifica la ubicación del componente.
- *type*: tipo de pregunta.
- *title*: texto descriptivo de la pregunta.
- *feedback*: texto de ayuda ante fallos.
- *action*: url del servicio que almacena los eventos del componente.

En este caso se utiliza como espacio de nombre de las nuevas etiquetas las letras “sml” que corresponde a la implementación de referencia desarrollada en esta tesis con el nombre de *Social Media Learning*, descrita en el capítulo 5. Dicho capítulo presenta las herramientas de composición y reproducción creadas para dar soporte en el contexto web al formato propuesto.

### 4.3 Interacción Social

Los capítulos 2 y 3 de esta monografía exponen las diversas implicaciones de la interacción social en el aprendizaje. El desarrollo de esta categoría de mecanismos toma como referencia el modelo de servicios de medios sociales, que a su vez, esta soportado por las tecnologías web 2.0. La siguiente lista resume algunos de los aspectos funcionales más representativos de dicho modelo:

- **Muro de notificación:** es el principal mecanismo de conciencia grupal de las redes sociales. Resume las actividades de la comunidad y facilita el acceso a la información.
- **Gestión de listas o grupos:** Segmenta las relaciones de acuerdo con una afinidad o interés. Es un mecanismo efectivo para crear vínculos entre individuos y gestionar el acceso a la información.
- **Estado:** mensaje cuyo propósito es describir el último estado emocional, pensamiento o acción del individuo en una red.
- **Foros de discusión:** permiten crear y gestionar un dialogo asíncronos alrededor de un tema, usualmente son moderados por usuarios con experiencia.
- **Anotaciones, valoraciones y redistribución:** típicamente, cada elemento de información que se comparte es susceptible de ser comentado, valorado y redistribuido. Las escalas de valoración pueden ser: bipolar-dicotómicas (*Me gusta* o *No me gusta*, en el caso de YouTube), de escala discreta, o simplemente banderas (*Me gusta*, como Facebook). Existen otros elementos de reconocimiento social como la marca de favoritos (como Twitter). Por otra parte, las plataformas de medios sociales promueven la redistribución de contenidos, usualmente, con reconocimiento de la fuente.
- **Microblog:** la filosofía de este servicio es limitar la extensión de los mensajes y aumentar su frecuencia. Esto evita la sobrecarga de información y promueve la sencillez y especificidad de los mensajes. Junto a este modelo se crearon conceptos como los *hashtags* (#tema) y las menciones (@user). El primero,

busca crear hilos de conversación sobre uno o más temas que se referencian; el segundo, establece conexión directa con otros individuos. En plataformas como Twitter, las relaciones entre individuos se crean por la suscripción entre los individuos, con el rol de seguidores.

- **Blog:** consiste en entradas de información en la que el autor expone un comentario personal sin límite de extensión sobre una idea o suceso. Al contrario del servicio de microblog, los blogs no depende de una sola plataforma y están vinculadas por hiperenlaces, lo que las hace más personales e independientes. Las relaciones entre individuos se forman por dicho hiperenlaces y la suscripción a los servicios de notificación, usualmente soportas por servicios de sindicación, como RSS o Atom (Semeczko 2007).
- **Bookmarks o marcadores:** es la gestión de grupos de recursos utilizando hipervínculos o marcas. Algunas plataformas permiten guardar los enlaces incluyendo algunos elementos de descripción y palabras claves o etiquetas. Este modelo ha evolucionado hacia al concepto de “curación de contenido”, en el cual los individuos crean un perfil público o privado desde donde vinculan recursos relevantes para una temática, una de estas plataformas es *Scoop.it*.
- **Sistemas de etiquetado:** facilita la categorización de objetos basada en palabras claves. La gestión compartida de estas etiquetas da lugar a las folcsonomías (Trant 2009). Las palabras utilizadas como etiquetas pueden ser restringidas (folcsonomía estrecha), o libres (folcsonomía amplia). En el primer caso, cada palabra puede ser acompañada de una definición precisa que controle problemas de homonimia (una palabra, distintos significados), sinonimia (varias palabras, mismo significado) y polisemia (una palabra, múltiples significados). Por otra parte, las folcsonomías amplían el vocabulario de conceptos y favorecer la asociación de ideas y el descubrimiento de nuevas conexiones semánticas. Adicionalmente, estas etiquetas pueden agruparse en listas favoreciendo la creación de estructuras globales.
- **Wiki:** se trata de un formato de texto enriquecido de gran popularidad gracias al proyecto Wikipedia. Su objetivo es separar los aspectos de presentación y contenido, facilitando la recuperación y gestión de la información. Este formato es utilizado para crear espacios de edición cooperativa de documentos.
- **Sistemas de preguntas y respuestas:** la dinámica de preguntas y respuestas ha ganado popularidad gracias a sistemas como Quora (Paul et al. 2011) o StackOverflow (Wang et al. 2013). Estos servicios fomentan que sus usuarios realicen preguntas e inicien hilos de discusiones sobre ellas. El sistema permite suscribirse a dichos hilos y valorar tanto las pregunta como las respuestas que se generan. Esta valoración es utilizada para alimentar un sistema de reputación en la que los usuarios reciben reconocimiento.
- **Sistemas de reputación:** se trata de un conjunto de reglas en las que las acciones y aportes de los individuos son cuantificados. Esta información es añadida como parte del perfil de los usuarios y dando reconocimiento a sus contribuciones dentro de la comunidad (Paul et al. 2011). Este mecanismo ofrece una estimación de las habilidades o actitudes del individuo para ayudar a otros a resolver dudas o aportar preguntas interesantes para la comunidad. Una forma de gestionar dicha reputación es mediante insignias que el individuo va recibiendo mientras alcanza determinados logros (Antin & Churchill 2011). Este

tipo de mecanismos es ampliamente utilizado en la *gamificación* de actividades (Gibson et al. 2013)

No obstante, la interacción social efectiva debe ser intencionalmente diseñada dentro de la instrucción (Kreijns et al. 2003). Esto implica modelar los procesos de comunicación y coordinar el esfuerzo entre los individuos, lo que se traduce en el diseño de estrategias de colaboración. De no ser así, se corre el riesgo de dispersar la atención y el esfuerzo de los estudiantes entre la gran diversidad de acciones y herramientas disponibles (Dabbagh & Kitsantas 2012). En este sentido, el mayor reto que supone el uso de servicios de medios sociales en la educación es definir dichas estrategias.

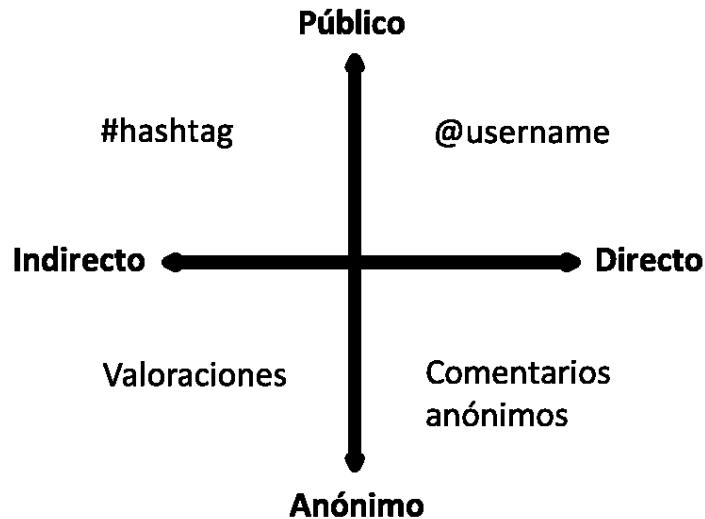
Para esta tesis, la interacción social es efectiva si contribuye a la creación de consenso sobre el conocimiento, manteniendo un grado suficiente de diversidad e independencia sobre la opinión. El consenso significa construir una visión y criterios comunes para evaluar una situación. Esta visión se construye a través de un proceso de negociación en el que cada persona aportar y definir sus propios criterios. La diversidad está dada por la individualidad de las personas sin la cual la negociación no tendría sentido. Estas definiciones se complementan con la visión de un modelo educativo en el cual no se trata de preparar a los individuos a una realidad social, sino modelar dicha realidad a través de un pensamiento colectivo. Estas ideas constituyen la base para los indicadores de simetría y consenso que se presentan en el capítulo 6.

#### 4.3.1 Mecanismos de interacción social

El uso e implicaciones de los mecanismos de interacción social pueden ser caracterizados a través del plano formado por los ejes indirecto/directo y anónimo/público, presentado en la figura 4.1. Este plano refleja las diversas posibilidades para la interacción social. La influencia del lenguaje y las estructuras de comunicaciones en la interacción social son altamente complejas y no pretenden ser sintetizadas en esta propuesta.

El eje indirecto/directo representa la cercanía entre las acciones y el individuo que las percibe, es decir, el grado en el cual un individuo se siente implicado o afectado por las acciones de otros. Por ejemplo, en el servicio de microblog de Twitter dos personas que comparten un *hashtag* establecen una interacción pública e indirecta de dialogo, sin embargo, el uso de la notación @nombre\_de\_usuario implica una mención concreta de un individuo a otro, proporcionando un carácter público-directo al mensaje. En el caso de los foros de discusión, cada entrada se relaciona de forma indirecta a través del tema, sin embargo, una respuesta a un mensaje establece el carácter directo a la interacción.

Por su parte, el eje anónimo/público se relaciona con la visibilidad del individuo que realiza las acciones. Por ejemplo, la valoración de recursos usualmente se presenta de forma agregada, ocultando que individuos han participado. Esto crea una interacción directa con el autor del recurso, e indirecta con otros individuos que hayan valorado el mismo recurso.



*Figura 4.1. Dimensiones de la interacción social*

Los resultados de nuestras experiencias evidencian que para cierto grupo de estudiantes, las estructuras sociales del eje anónimo /público son distintos, es decir, se relacionaron de forma distinta cuando utilizaron uno u otro mecanismo. En dichas evidencias se encuentra que: la interacción mediada por mecanismos públicos y directos presenta mayor reciprocidad que los mecanismos anónimos e indirectos.

Para esta tesis se implementaron los siguientes mecanismos sociales:

- **Perfil de usuario:** espacio en el que se resumen y enlazan las distintas contribuciones de los individuos. Cuenta con información personal como el nombre y foto de perfil, facilitando la identificación de cada individuo y contribuyendo con su presencia social.
- **Repositorio personal de recursos:** cada individuo identifica e indexa nuevos recursos. Estos recursos son dispuestos en un repositorio común pero también asociados a cada perfil de usuario.
- **Valoración de recursos:** mecanismos de valoración de la calidad y pertinencia de los recursos aportados por un individuo.
- **Etiquetado de recursos:** sistema abierto para etiquetado de recursos. Cada etiqueta permite agregar una descripción y una valoración bipolar-dicotómica (Me gusta / no me gusta).
- **Anotaciones:** mecanismo de comentarios asociados a los recursos y composiciones. Cuenta con valoración una valoración bipolar-dicotómica (Apoyo/Rechazo). En el caso de videos, estas anotaciones incluyen marcas de tiempo que buscan segmentar la información en fragmentos temporales. Cada anotación permite ser replicado en un número ilimitado de veces.
- **Foro de discusiones:** mecanismo simple de preguntas y respuestas.
- **Notificación de eventos vía correo electrónico:** servicio de notificaciones de eventos.
- **Muro de notificaciones:** resumen las últimas acciones y contribuciones de los distintos individuos de la comunidad.

- **Vista de comunidad:** ofrece información de conciencia grupal o awareness. Su objetivo es resumir las principales contribuciones de los diferentes individuos y construir a partir de dicha información un sistema de reputaciones en el cual se reconozca socialmente el grado de participación de los estudiantes.

## 4.4 Interacción por autoría

La interacción por autoría fomenta la apropiación de los conceptos y habilidades que se desean aprender. Para ello, se guía a los estudiantes hacia un proceso de diseño, creación y divulgación de nuevos objetos. Durante este proceso, el individuo adquiere los conocimientos, habilidades y criterios necesarios para generar nuevos elementos de información que realimentan el ciclo de enseñanza-aprendizaje del propio escenario, enriqueciendo la experiencia. Esta tesis desarrolla la interacción por autoría a través de un método colaborativo para la composición de objetos de aprendizaje multimedia-interactivos que se presenta a continuación.

### 4.4.1 Mecanismos de interacción por autoría

#### 4.4.1.1 El método

Se congrega un grupo de individuos que conforman una comunidad de aprendizaje. Esta comunidad recorre cuatro fases denominadas: análisis, síntesis, composición y consumo. Cada miembro de la comunidad participa a través de los siguientes roles: Autor, Evaluador, Guionista, Tutor y Aprendiz.

**Fase de análisis:** tiene por objetivo explorar y ofrecer un primer acercamiento al dominio de conocimiento. Similar a una lluvia de ideas, los Autores utilizan un mecanismo de búsqueda para descubrir recursos en Internet que pueden ser de interés para la comunidad. Una vez identificados dichos recursos, el Autor los comparte, alimentando un repositorio compartido. El Evaluador interviene en el proceso visualizando, valorando y comentando los recursos compartidos. La interacción social entre el Autor y el Evaluador depura los contenidos y crea consenso sobre los intereses de la comunidad y los temas del dominio. Esta depuración permite identificar material de calidad y pertinencia.

**Fase de síntesis:** su propósito es crear estructuras que permitan agrupar los recursos disponibles en el repositorio compartido. Estas estructuras se basan en etiquetas y listas jerárquicas. Este procedimiento es similar a la técnica colaborativa *tablas de agrupamiento* (Barkley et al. 2007), que consiste en negociar un conjunto de categorías sobre las que son agrupados los recursos. Para ello, los Evaluadores establecen una medida de calidad y pertinencia del recurso a través de los mecanismos de interacción social.

**Fase de composición:** es la fase de creación de los nuevos objetos de información. Para ello se pide al Guionista que combine recursos existentes con ideas propias y mecanismos de interactividad, proporcionados por la herramienta de autoría en un nuevo objeto, denominado Guión Multimedia de Aprendizaje (GMA). El Guionista parte de las áreas temáticas identificadas en la fase de síntesis y construye de forma individual o colaborativa el GMA. La creación de este objeto es similar a una *StoryBoard*, formado por vídeos, textos, imágenes, hipertexto y formularios, donde se presenta una idea o

concepto relacionado con el dominio de conocimiento. El resultado es una visión personal de la información lograda por la manipulación de recursos previamente identificados y consensuados por la comunidad.

**Fase de consumo:** una vez elaborados los GMA, estos pueden ser consumidos de forma individual o colectiva por otros estudiantes, asumiendo el rol de Aprendiz y en cuyo caso el propietario del GMA de Tutor. Se pueden plantear sesiones de discusión colectivas donde se consumen y debaten la temática del guion, además de ofrecer la posibilidad para que el autor o autores del GMA expongan el conocimiento adquirido. Como Tutor, se cuentan con mecanismos de realimentación que permiten medir el consumo e interacción del Aprendiz con el GMA

#### 4.4.1.2 La herramienta de autoría

En esta tesis, dicha herramienta corresponde a un editor web que facilita la orquestación y manipulación de los recursos y componentes de interactividad, dando como resultado un fichero en el formato de documento multimedia-interactivo, antes descrito. Una descripción más detallada se presenta en el capítulo 5. En general, esta herramienta organiza los contenidos en forma de secuencia en la que se intercalan los distintos elementos de contenido e interactividad. Adicionalmente, se han incluido un conjunto de metadatos con el propósito de facilitar la redistribución y reutilización de los objetos en otros contextos. La tabla 4.1 presenta el conjunto de metadatos propuestos.

*Tabla 4.1 Conjunto de metadatos definidos para un GMA*

Nombre	Descripción
Título	Título oficial para el material.
Resumen	Breve explicación de la temática central del guion y su didáctica de presentación.
Palabras Claves	Listado de palabras o conceptos tratados dentro del recurso.
Estado	[Borrador, final, revisado]: indica el estado en el cual se encuentra el guion para saber si está o no disponible para su reproducción.
Fecha de Creación	Fecha en la cual el Guión fue creado
Fecha de Publicación	Fecha en la cual el Guión se hace disponible a los consumidores.
Duración	Duración aproximada del guion (las variaciones depende de los componentes de Interactividad)
Idioma	Lenguaje o lenguajes en el que está el guion, tanto hablado como los textos en el caso en el que hubiera.
Subtítulos	Indica los lenguajes en los cuales el guion está subtitulado.
Objetivos didácticos	Indica los objetivos de aprendizaje que se esperan adquirir durante la visualización del material y recomendaciones sobre su utilización.
Público objetivo	Público al que está dirigido el guion incluyendo su nivel educativo en caso de que fuera necesario.
Conocimiento previo necesario	Señala los conocimientos previos necesarios para comprender lo que se explica en el Guión.

Dificultad de compresión del guion	[ <i>Introductorio, Principiante, Intermedio, Experto</i> ], resume el nivel de profundidad con que los conocimientos expuestos son tratados.
Agrupamiento	[ <i>Individual, Grupal</i> ], hace referencia a si el contenido está pensado para ser consumido de forma individual o por grupo. Esta variable está asociada al tipo de interactividad propuesta.
Autoevaluación	Propone estrategias de evaluación para estimar el nivel de cumplimiento de los objetivos propuestos.
Derechos de autor	Declaración sobre las fuentes y usos que se pueden dar al material. En caso de que se trate de contenido original, suele completarse con el autor del mismo o la institución para la cual se elabora.

El siguiente capítulo detalla los aspectos de implementación de estos mecanismos.



# 5. Implementación de referencia

Este capítulo detalla los aspectos arquitectónicos y funcionales de la implementación de referencia para el modelo de aprendizaje activo propuesto en esta tesis. Dicha implementación es denominada Social Media Learning System, un entorno que integra servicios propios con las redes sociales Facebook y YouTube. En particular, este capítulo detalla la herramienta de autoría de objetos multimedia-interactiva y el reproductor de contenido desarrollado para entornos web.

## 5.1 Aspectos generales de la arquitectura

Social Media Learning System o SMLearning es un entorno virtual que permite a un grupo de individuos asociarse para compartir, debatir, estructurar y manipular distintos tipos de recursos y crear objetos de aprendizaje multimedia-interactivos, llamados Guiones Multimedia de Aprendizaje (GMA). La figura 5.1 presenta el diagrama conceptual de su arquitectura. Dicha arquitectura está formada por cuatro subsistemas: Gestión de comunidad, Gestión de recursos, Composición y Reproducción. Estos subsistemas interactúan entre sí para configurar un entorno de aprendizaje y colaboración. Adicionalmente, esta figura presenta los tipos de actores que interactúan con el sistema. Desde la metodología de aprendizaje propuesta dichos actores son: Autor, Evaluador, Guionista, Tutor y Aprendiz. Su interacción con el sistema está descrita posteriormente a través de los aspectos funcionales del entorno.

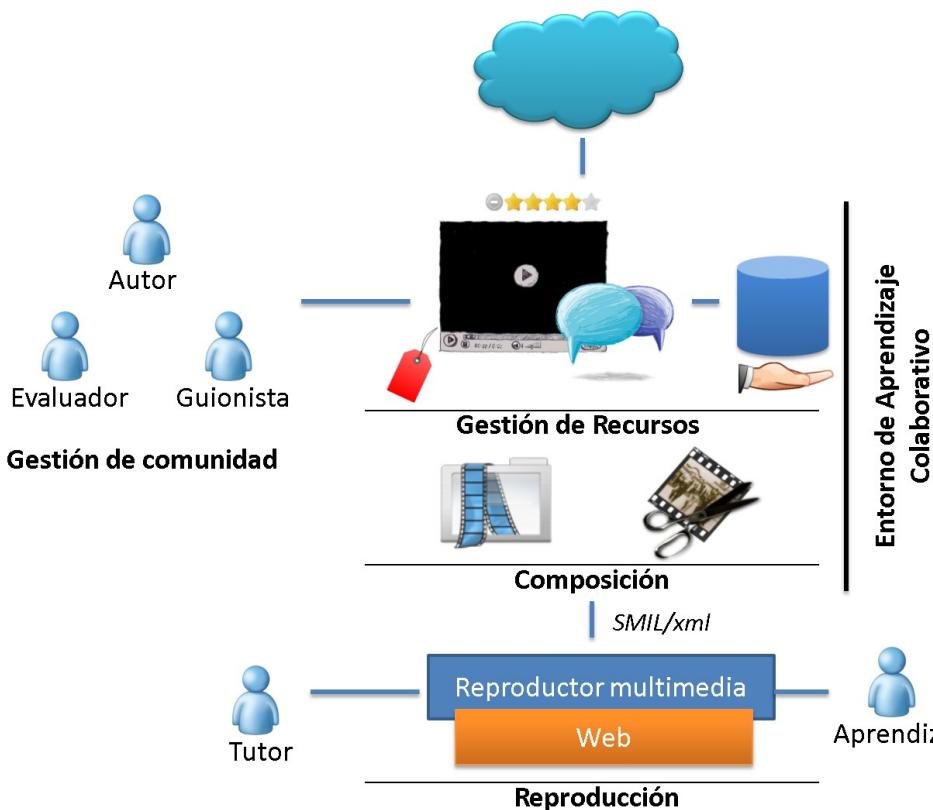


Figura 5.1. Diagrama conceptual de la arquitectura de SMLearning

### **5.1.1 Subsistema de gestión de comunidad**

Agrupa los aspectos funcionales relacionados con autenticación y acceso al sistema, y gestión de información personal asociada con el perfil de cada usuario. Además, incluye aspectos relacionados con la interacción social de los individuos, como el muro de notificaciones y otros mecanismos de conciencia de grupo. Desde el punto de vista del sistema, existen tres tipos de cuentas de usuarios y dos roles. Los tipos de cuentas son: administrador, docente y estudiante. El administrador controla variables de configuración del grupo que no están disponibles para los otros dos perfiles, y accede a comunidades sin estar suscrito a ellas. La diferencia funcional entre las cuentas de docentes y estudiantes se encuentra el acceso a información de seguimiento y evaluación proporcionada por el sistema. Por su parte, tanto docentes como estudiantes puede configurarse con los roles de productor y consumidor. El primer rol permite el acceso a todos los servicios asociados con el diseño y creación de los GMAs; el segundo, solo permite visualizar GMAs previamente creados con privilegios de visualización.

### **5.1.2 Subsistema de gestión de recursos**

Agrupa los aspectos funcionales relacionados con la búsqueda, persistencia, edición e interacción de los individuos con los recursos. Estos recursos son esencialmente vídeos y documentos disponibles en Internet, y que contienen valor para la comunidad. Otros servicios relacionados con este subsistema son: la edición de metadatos como título y descripción sobre los recursos; sistema de etiquetas; anotaciones; y valoraciones.

### **5.1.3 Subsistema de composición**

Contiene la herramienta de autoría para la creación de GMAs para lo cual asiste la manipulación de listas de recursos y de los distintos componentes de interactividad. Los detalles funcionales de esta herramienta se describen en la sección 5.4.4.

### **5.1.4 Subsistema de reproducción**

Complementa a la composición. Permite el despliegue de los GMAs en un navegador web. Los detalles de este subsistema se describen en la sección 5.4.5.

La implementación de la funcionalidad expuesta en estos subsistemas enfrenta diversos retos, principalmente: primero, gran parte de la exitosa dinámica de los medios sociales se logra por las integración de las distintas plataformas, por lo que crear un sistema aislado reduce la posibilidad de conectar con dicha cultura; además, la gestión propia de recursos multimedia es costosa y compleja debido a la diversidad de formatos que en muchos casos no son soportados por los distintos navegadores a través de los elementos estándar propuestos por la W3C en la especificación HTML5.

Estos retos fueron abordados mediante un enfoque de servicios abiertos, en la que parte de la información y servicios requeridos por los subsistemas se toma de otras plataformas. En el caso de esta tesis, dichas plataformas fueron las redes sociales Facebook y YouTube. A continuación se presenta el enfoque de servicios abiertos.

## **5.2 Modelo de servicios abiertos**

La nueva generación de entornos educativos requiere componentes y servicios que faciliten la interoperabilidad y reutilización de otros sistemas (Alario-Hoyos et al. 2013;

Claros et al. 2013). En esta línea, existen diversos estándares relacionados con entornos y recursos abiertos en e-learning, entre ellos: SCORM (Sharable Content Object Reference Model), para describir objetos de aprendizaje (Bohl et al. 2002), LOM (learning object metadata), para describir metadatos para facilitar la gestión de recursos sobre repositorios (Neven & Duval 2002); IMS-LD, un lenguaje para modelar escenarios de aprendizaje, orquestando en forma de actos las distintas tareas y recursos (Griffiths & Liber 2008). Por otra parte, especificaciones como IMS-LTI (Learning Tools Interoperability) proponen mecanismos a nivel de servicios para la interoperabilidad de servicios en las que se incluyen procesos de autenticación basados en la especificación Auth (Hardt 2012), mientras que, IMS-QTI (Question and test interoperability) es una especificación para actividades de evaluación.

En cuanto a la interoperabilidad de datos, Tin Can (conocida como *Experience API* o xAPI) propone un formato de información basado en un vocabulario de actores, verbos y predicados que representan las actividades y eventos que ocurren en un entorno de aprendizaje (<http://tincanapi.com>). En esta línea se encuentra también *Caliper* del consorcio IMS (<http://www.imsglobal.org/caliper>).

Por su parte, el grupo de trabajo de la W3C para la Web social propone un conjunto de interfaces de información y servicios estándar para los medios sociales (<https://www.w3.org/Social/WG>). Sin embargo, plataformas como Facebook o YouTube desarrollan sus propias interfaces de servicios.

La figura 5.2 presenta los tipos de interfaces que se pueden establecer entre las entidades cliente, servidor y proveedor de servicios abiertos, estos son: A) servidor-proveedor; B) Servidor-Proveedor-Cliente; C) Cliente-Proveedor; y D) Servidor-Proveedor-Proveedor-Cliente. Las conexiones entre estas entidades son gestionadas mediante las tecnologías AJAX y REST, con intercambio de datos en formatos JSON y XML.

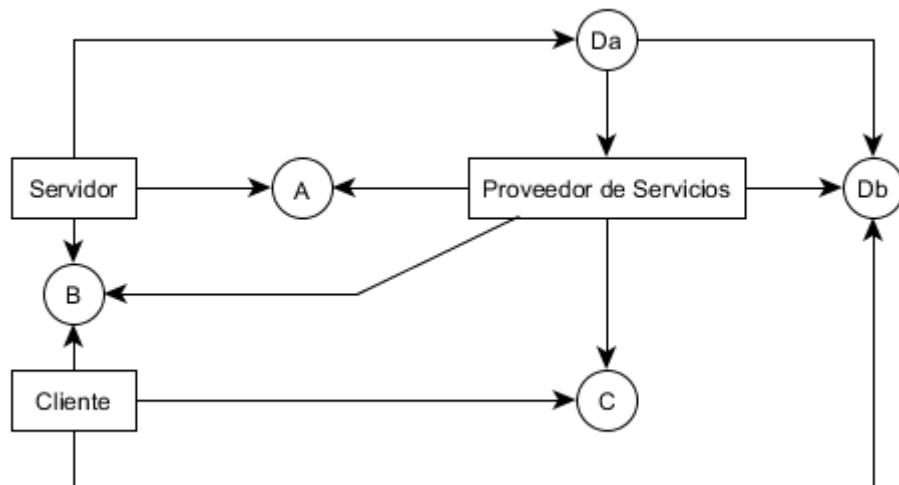


Figura 5.2. Tipos de interfaces en servicios abiertos

### **5.2.1 Interfaz servidor-proveedor (A)**

El servidor envía peticiones al proveedor de forma transparente para el cliente. Dichas peticiones pueden ser evocadas por acciones directas de los usuarios sobre el cliente o mediante procesos asíncronos lanzados independientemente en el servidor. En nuestra implementación, este tipo de relaciones se desarrolla entre SMLearning y YouTube durante el servicio de búsqueda de la siguiente manera: el cliente (navegador) evoca una petición de consulta, el servidor recibe la petición y crea una conexión con YouTube para recuperar el listado de vídeos relacionados con la consulta, dicha es procesada antes de retornar el resultado al cliente. Asimismo, está presente en la gestión de los grupos de Facebook y acceso a la información de la cuenta de usuario en el momento del registro al servicio.

### **5.2.2 Interfaz Servidor-Proveedor-Cliente (B)**

En este tipo de interfaces, tanto servidor como proveedor están en contacto con la entidad cliente, es decir, que el servicio está distribuido entre las tres entidades. En nuestro caso, el control de acceso esta soportado por el registro de aplicaciones de Facebook que valida tanto a nivel de cliente como servidor la existencia de una sesión de usuario. Dicha sesión es posteriormente gestionada mediante una cadena o *token* que utilizan el cliente y el servidor para acceder a la información de la cuenta del usuario. Otro ejemplo de esta interfaz es el uso del reproductor embebido de YouTube. En este caso, YouTube provee acceso al contenido que es desplegado en el cliente mediante librerías JavaScript, y a su vez, el servidor registra y controla el acceso a dichos recursos.

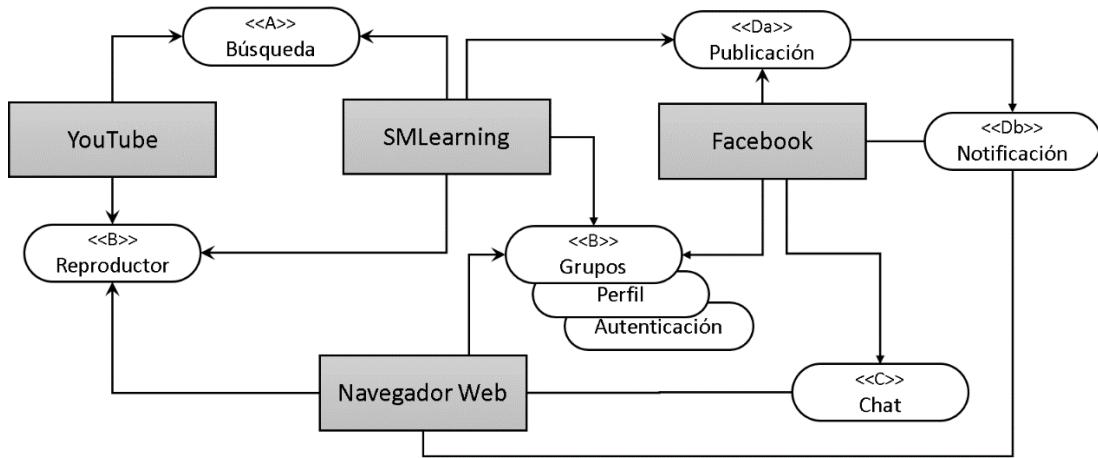
### **5.2.3 Interfaz Cliente-Proveedor (C)**

En esta interfaz el cliente accede directamente a los servicios del proveedor sin control del servidor. Este tipo de interfaces permiten embeber objetos de información o servicios que complementan una tarea y son gestionados solamente por el proveedor. Como ejemplo se tiene: imagen o avatar del perfil de usuario y el servicio de chat de Facebook.

### **5.2.4 Interfaz Servidor-Proveedor-Proveedor-Cliente (D)**

En esta interfaz participan servicios con una componente solo funcional (Da) y otra funcional y gráfica (Db). En nuestra implementación, es el caso del servicio de notificaciones. En este servicio, el servidor envía una petición de notificación a Facebook (el proveedor); a su vez, éste publica sobre el cliente la información a través del muro de notificaciones y por correo electrónico.

La figura 5.3 presenta el compendio de servicios abiertos relacionados integrados entre SMLearning (Navegador y Servidor) y las plataformas de redes sociales Facebook y YouTube (Proveedores).



*Figura 5.3. Compendio de servicios abiertos integrados en la arquitectura de SMLearning*

### 5.3 Modelo de tarea

A continuación se citan las distintas tareas y servicios habilitados para los distintos perfiles de usuarios del sistema, que son: administrador, docente y estudiante. En dichos perfiles se distinguen dos tipos de roles: el primero, depende del objetivo del usuario en el sistema: Producir nuevos objetos o Consumir objetos previamente creados. El segundo tipo de rol está asociado con el método de aprendizaje, tal que un actor Productor puede asumir los roles de Autor, Evaluador, Guionistas, Tutor y Aprendiz. Mientras que un actor Consumidor está restringido a ser Tutor (en el caso del instructor) o Aprendiz (en el caso del estudiante). La tabla 5.1 resume las implicaciones entre el perfil de la cuenta, el rol funcional y el rol definido en el método de aprendizaje.

*Tabla 5.1 Relación entre perfil de cuenta, rol funcional y rol como actores de la metodología*

Perfil de cuenta	Rol funcional	Rol del método de aprendizaje
Administrador	[Productor Consumidor]	Autor, Evaluador, Guionistas, Tutor y Aprendiz
[Docente Estudiante]	[Productor]	Autor, Evaluador, Guionistas, Tutor y Aprendiz
Docente	Consumidor	Tutor
Estudiante	Consumidor	Aprendiz

#### 5.3.1 Tareas del Administrador

- Creación de la comunidad. Para ello utiliza el servicio de grupos de Facebook. Típicamente dicho grupo tiene acceso restringido, tal que, solo el administrador acepta las solicitudes de suscripción o añade manualmente a los individuos que forman la comunidad.
- Gestión del subgrupo. Cada grupo de Facebook crea un registro en SMLearning donde se especifican la variable de configuración “desempeño por equipos”. Esta variable habilita la agrupación de individuos por equipos cuyas contribuciones son acumuladas.

- Acceso a analíticas y reportes avanzados.
- Gestión de cuentas de usuario, por ejemplo, reestablecer claves de acceso o editar información.

### 5.3.2 Tareas del Productor

Retomemos las cuatro fases de la metodología de aprendizaje: Análisis, Síntesis, Composición y Consumo.

#### 5.3.2.1 Tareas de la fase de análisis

- Registro en el sistema. El individuo solicita acceso al grupo de Facebook y vincula su cuenta con la aplicación SMLearning. Durante este proceso el sistema solicita permisos para acceder a su información y hacer publicaciones sobre el muro del grupo a su nombre (<https://apps.facebook.com/smlearning/>).
- Búsqueda de recursos. Mediante un formulario, el productor envía consultas al servidor que conecta con YouTube y recupera una lista de videos relacionados. Esta lista se contrasta con el repositorio de la comunidad y se segmentan nuevos recursos entre los existentes.
- Indexación de recursos. El sistema ofrece la posibilidad de visualizar los nuevos recursos e indexarlos. El Autor puede modificar metadatos como título y descripción, precargados desde YouTube. Además, puede asociar una lista de palabras clave. Estas etiquetas pueden ser agregadas posteriormente.
- Interacción con los recursos. Cada video compartido es publicado sobre el muro de la comunidad, fomentando su visualización por parte de otros individuos. En este punto se despliega una interfaz que permite realizar diversas acciones, principalmente: comentar, etiquetar, valorar o añadir a sus listas de reproducción.
- Comentarios sobre el recurso de video. El sistema permite crear anotaciones asociadas a los videos. Dichos comentarios son estructurados en forma de discusiones con posibilidades de respuesta anidadas. Estos comentarios incluyen marcas de tiempo con las que busca aumentar la granularidad de la referencia al contenido. Además, se pueden valorar los comentarios mediante banderas dicotómicas Me gusta / No me gusta.

#### 5.3.2.2 Tareas de la fase de síntesis

- Gestión de listas de recursos. El Autor crea listas de reproducción por temáticas. Estas listas tienen tres tipos de niveles de acceso: privadas, cuando solo el propietario puede visualizar y editar los videos de la lista; pública de solo lectura, cuando otros usuarios solo pueden visualizar los recursos de la lista; y pública con posibilidad de edición, cuando se permite que otros usuarios también puedan agregar, borrar y ordenar los videos de la lista. Además, estas listas pueden organizarse mediante jerarquías o listas anidadas. La interfaz de visualización facilita añadir un recurso a una o varias listas. Los videos de una lista pueden ser ordenados o borrados. La reproducción de una lista crea una secuencial en que se visualizan todos los videos que contiene la misma.
- Gestión de etiquetas. Otra forma de estructurar los recursos es mediante etiquetas. Cada etiqueta es creada libremente por los Autores. Se puede asociar una descripción a cada etiqueta. Las etiquetas conectan los distintos recursos

marcados con ella y permite reproducirlos, similar a las listas. Interfaces adicionales permite explorar las etiquetas en forma de nubes de palabras y grafos. Finalmente, se incluye la posibilidad de borrar etiquetas o fusionarlas.

#### 5.3.2.3 Tareas de la fase de composición

- Composición de un GMA. Igual que una lista, el GMA tiene los tres niveles de acceso: privado, público de solo lectura y público con posibilidad de edición. A través de la herramienta de autoría, el Guionista utiliza las listas disponibles como públicas para tomar recursos del repositorio. Estos recursos se mezclan con los componentes de interactividad provistos por la herramienta y crea la presentación multimedia. Cada GMA tiene asociados metadatos para describir el contenido e intencionalidad, además, ofrece un registro de actividades que le permite rastrear cambios en el proceso de edición. Dicho registro le ofrece información de conciencia de grupo en el caso que la edición sea colaborativa.

#### 5.3.2.4 Tareas de la fase de consumo

- Consumo del GMA. El Aprendiz accede al GMA y reproduce su contenido. Su interacción con el recurso es almacenado en el servidor. Esta información es utilizada por el Tutor para evaluar o mejorar el recurso, así como saber el desempeño de los Aprendices durante la interacción con el recurso. Además, sobre la interfaz de consumo están disponible los mecanismos de comentarios y valoración.

### 5.3.3 Tareas del Consumidor

- Como consumidores, las posibilidades funcionales de los usuarios se reducen a la fase de consumo. El propósito de dicha restricción es guiar a un conjunto de usuarios directamente hacia los GMA.

#### 5.3.3.1 Tareas del Tutor

- Publicación del GMA. El Tutor establece los privilegios de visualización sobre los GMA. Cada GMA le ofrece la posibilidad de descargar los datos de interacción sobre el recurso.

#### 5.3.3.2 Tareas del Aprendiz

- Consumo del GMA. El Aprendiz accede al recurso e interactúa con él a través de los mecanismos que provea, por ejemplo, diálogos, controles, navegación, etc. El Aprendiz tiene la posibilidad de comentar y valorar el GMA.

### 5.4 Aspectos funcionales

Con el objetivo de complementar la descripción funcional del sistema, a continuación se presenta un breve recorrido por sus principales interfaces.

#### 5.4.1 Registro de usuario

Una vez el individuo ingresa a su cuenta de Facebook y accede a la URL del servicio (<http://apps.facebook.com/smlearning>), el entorno despliega una interfaz solicitando los privilegios de acceso a su información personal, figura. 5.4. Una vez registrado, se

puede acceder a la aplicación mediante los enlaces de contenidos publicados en el muro asociado con la comunidad o accediendo primero a la aplicación y después al grupo.



*Figura 5.4 Configuración de acceso a la aplicación*

#### 5.4.2 Vista principal de la comunidad

La figura 5.5 presenta la vista con la cual se da inicio a la comunidad. En ella se distinguen 5 áreas: A) sistema de búsqueda; B) recursos indexados en el sistema; C) folcsonomía de los vídeos; D) muro de eventos del sistema; y E) Lista de reproducción y Guiones multimedia de aprendizaje ya creadas.

Authors Welcome :: Groups View

Inicio Mis Videos Listas Guiones Discusiones Documentos Comunidad Admin

Todos Visitados No visitados Mis videos

Recientes | Mejor Valorados | Popularidad

E-Learning: 3 Activity Systems

(Total de Videos 163)

Últimas Acciones

Facilitador el 11/5/12 Agregó un comentario

Es esta parte se explica el proceso de división de la información.

Listas

Guiones

© 2011-2014 • Acerca de • Acuerdo de Servicio

Figura 5.5 Vista principal de la comunidad

### 5.4.3 Vista de visualización de recursos

Por su parte, la figura 5.6 presenta la vista de visualización de recursos. En F) se indica el mecanismo de valoración; G) el metadato de descripción; H) etiquetas y mecanismos de apoyo o rechazo; en I), mecanismo de anotaciones con la barra para indicar las marcas de tiempo; J) histograma de anotaciones a lo largo del tiempo, permite identificar las zonas de mayor interés para los Evaluadores; K) lista de comentarios al recurso con posibilidad de respuesta y mecanismos de apoyo/rechazo. Los controles que acompañan cada comentario permiten reproducir el vídeo sobre el fragmento para el cual fue creado.

The screenshot shows a Google Wave interface with several annotations:

- F:** A callout arrow points to the "Calificación:" (Rating) section, which shows a 3-star rating with 1 vote.
- G:** A callout arrow points to the "Resumen:" (Summary) section, which includes a snippet of text about Google engineer David Wang explaining collaborative editing, and categories like "Plataformas" (Platforms), "Google", "Presentación" (Presentation), and "Tecnología" (Technology).
- H:** A callout arrow points to the "Etiquetas:" (Tags) section, which lists "Plataformas", "Google", "Presentación", and "Tecnología" each with a thumbs-up icon.
- I:** A callout arrow points to a text annotation box containing the Spanish sentence "Es muy interesante ver el concepto antes que la tecnología." and an "Enviar" (Send) button.
- J:** A callout arrow points to a timeline visualization titled "Comentarios en el Tiempo" (Comments over Time) showing a series of vertical bars representing comment counts at different times.
- K:** A callout arrow points to a list of comments. The first comment by "Ian Closs" is dated "3 hours, 27 minutes ago" and includes a video thumbnail and a link to "Presentación teórica del concepto detrás de Google Wave". The second comment by "El enfoque es interesante, pero creo que falta aspectos de Awareness" is also shown.

Figura 5.6 Vista de visualización de recursos

#### 5.4.4 Herramienta de autoría

La figura 5.7 presenta la vista principal de la herramienta de autoría. En (L) se muestran las distintas pestañas que forman esta herramienta: Secuencia, Escenario, Propiedades Reproducir y finalmente el registro de actividades. La figura 5.7 y 5.8 presentan ejemplos de dichas pestañas.

- **Secuencia:** (M) es el espacio donde los componentes ( $\tilde{N}$ ) y los recursos (N) se mezclan formando el GMA. Cada componente tiene asociada una serie de propiedades que son transferidas al formato de documento SMIL enriquecido con nuestras etiquetas.
- **Escenario:** permite crear etiquetas de tipo *región* que definen un espacio dentro del reproductor en donde se despliegan los componentes de la presentación. Estas etiquetas tienen propiedades que afectan los objetos que contienen, por ejemplo, cada región está asociada con reglas CSS que son aplicadas a los textos que se añaden a ella.
- **Propiedades:** presenta un formulario con los metadatos definidos para un GMA.
- **Reproducir:** permite visualizar el resultado del GMA mientras se construye.



Figura 5.7 Herramienta de autoría para GMA, vista secuencia

Los componentes y recursos se arrastran desde sus respectivas áreas hacia la secuencia. Una vez vinculados, pueden ser ordenados, eliminados o editados. Los recursos son tomados a partir de las listas públicas disponibles para el Guionista.

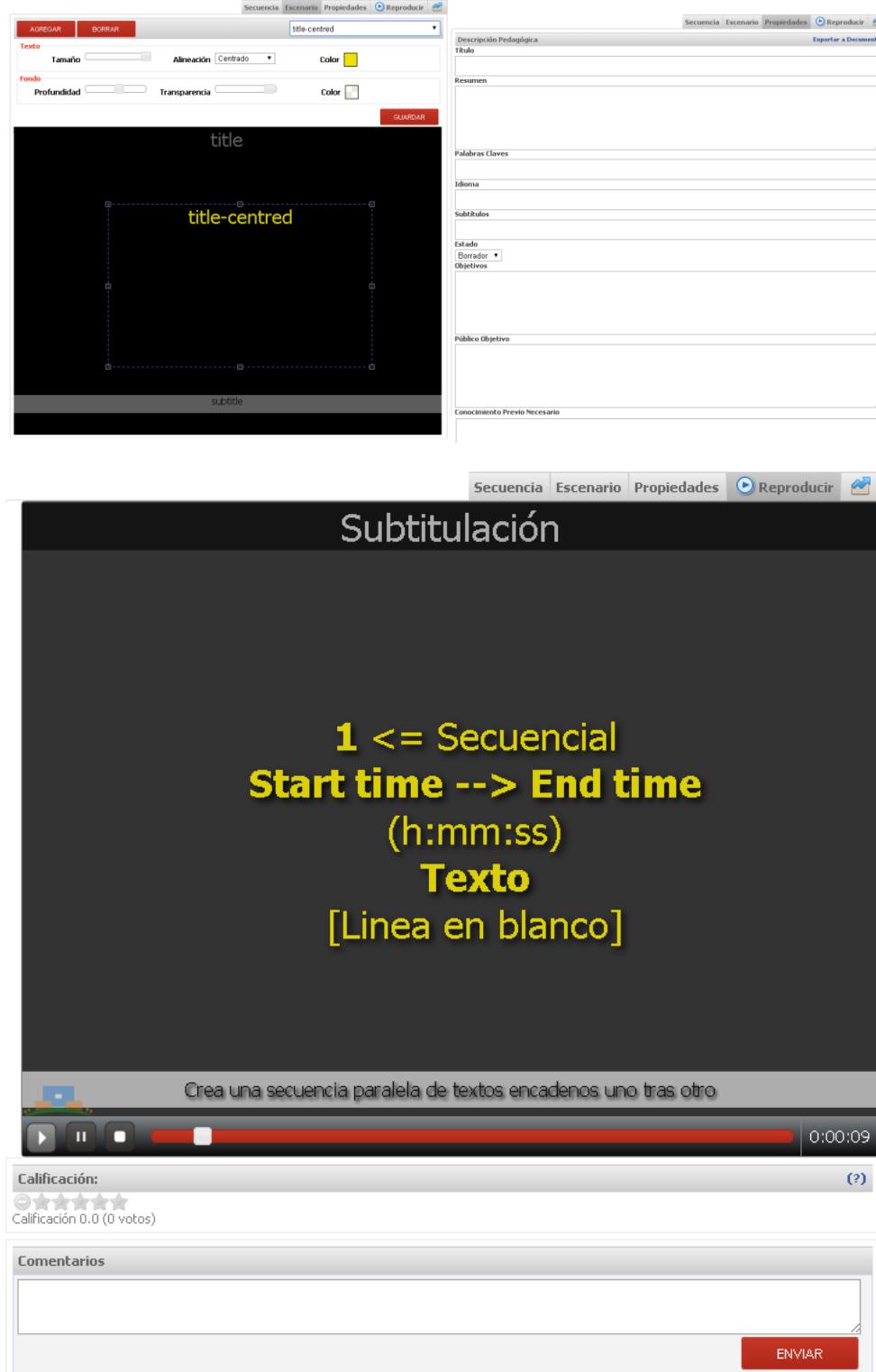


Figura 5.8 Herramienta de autoría para GMA, pestañas de escenario, propiedades y reproducción de la herramienta de autoría.

### 5.4.5 Reproductor de GMA

El subsistema de reproducción ha sido rediseñado para soportar nuevos componentes de interacción basados en extensiones creadas a través de transformaciones definidas en lenguaje XSLT (*Extensible Stylesheet Language Transformations*). La figura 5.9 presenta un ejemplo del aspecto y uso del reproductor mientras simula una consola cliente para SQL. Para esta versión se incluye además la posibilidad de conservar temporalmente variables compartidas entre los distintos componentes de la presentación.

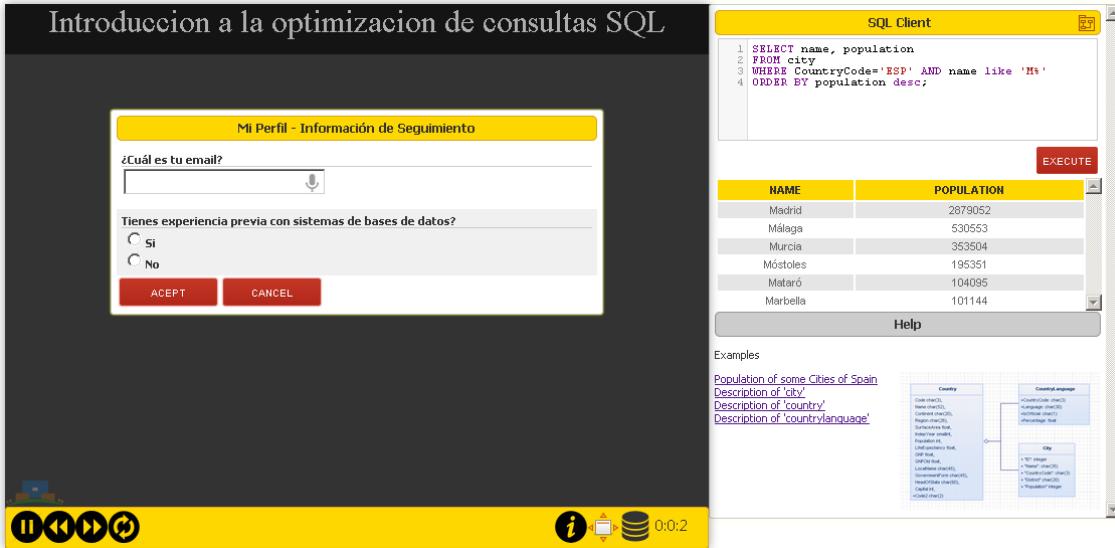


Figura 5.9 Interfaz de reproductor GMA rediseñada para soportar extensiones.

Este subsistema fue implementado como un módulo integrado al marco de desarrollo YUI (<http://yuilibrary.com>). Los objetos principales que participan en su implementación son:

- WebPlayer: clase de control principal. Gestiona los eventos globales de carga de ficheros, inicio y parada de la reproducción. Además, gestiona los procedimientos de extensión mediante trasformaciones definidas en el lenguaje XSLT (Kay 2007).
- Clock: interfaz que define las funciones del reloj para sincronización. Por defecto esta interfaz es implementada mediante el objeto de reloj del sistema, sin embargo, cuando el objeto en ejecución es un objeto multimedia, como un vídeo o audio, es éste último quien asume el control sobre las marcas de tiempo, manteniendo a otros contenidos sincronizados.
- Queue: objeto que contiene y gestiona un subconjunto de elementos, activando de forma paralela, secuencia o excluyente sus eventos de inicio y monitorizando sus eventos de fin.
- Element: clase abstracta de la que heredan los distintos componentes de la presentación. Su definición incluye tres métodos de control y tres eventos: *prepare*, es invocado por el control antes de ser desplegado en pantalla, una vez cada elemento finaliza su preparación invoca el evento *onPrepare*. Este proceso se repite para los métodos *begin* y *end* con sus respectivos eventos *onBegin* y *onEnd*.

### 5.4.6 Vista de comunidad

Presenta diversos gráficos y tablas de datos que resumen la interacción de la comunidad. Dicha información corresponde a mecanismos de conciencia (Awareness) que resumen las contribuciones individuales y colectivas sobre el sistema. La figura 5.10 presenta un ejemplo de la vista de Awareness para un estudiante.



*Figura 5.10 Vista de comunidad centrada en el perfil de un estudiante.*

Cada vista de comunidad ofrece información detallada sobre los aportes del usuario en las distintas tareas. Una vista común de la comunidad permite contrastar los aportes de los distintos miembros. En particular, la variable Puntos que se calcula como una suma ponderación de acciones en el capítulo 6, es la base para el sistema de reputación de los usuarios. Por otra parte, el docente cuenta con vistas más detalladas que incluye funcionalidad para exportar la información en formatos como CSV (valores separados por coma), VNA (para herramientas de análisis de redes sociales) y ARFF (para herramientas de minería de datos). La figura 5.11 muestra un ejemplo de dicha vista. El gráfico de barras inicial representa un histograma de las acciones realizadas por los usuarios de la comunidad.

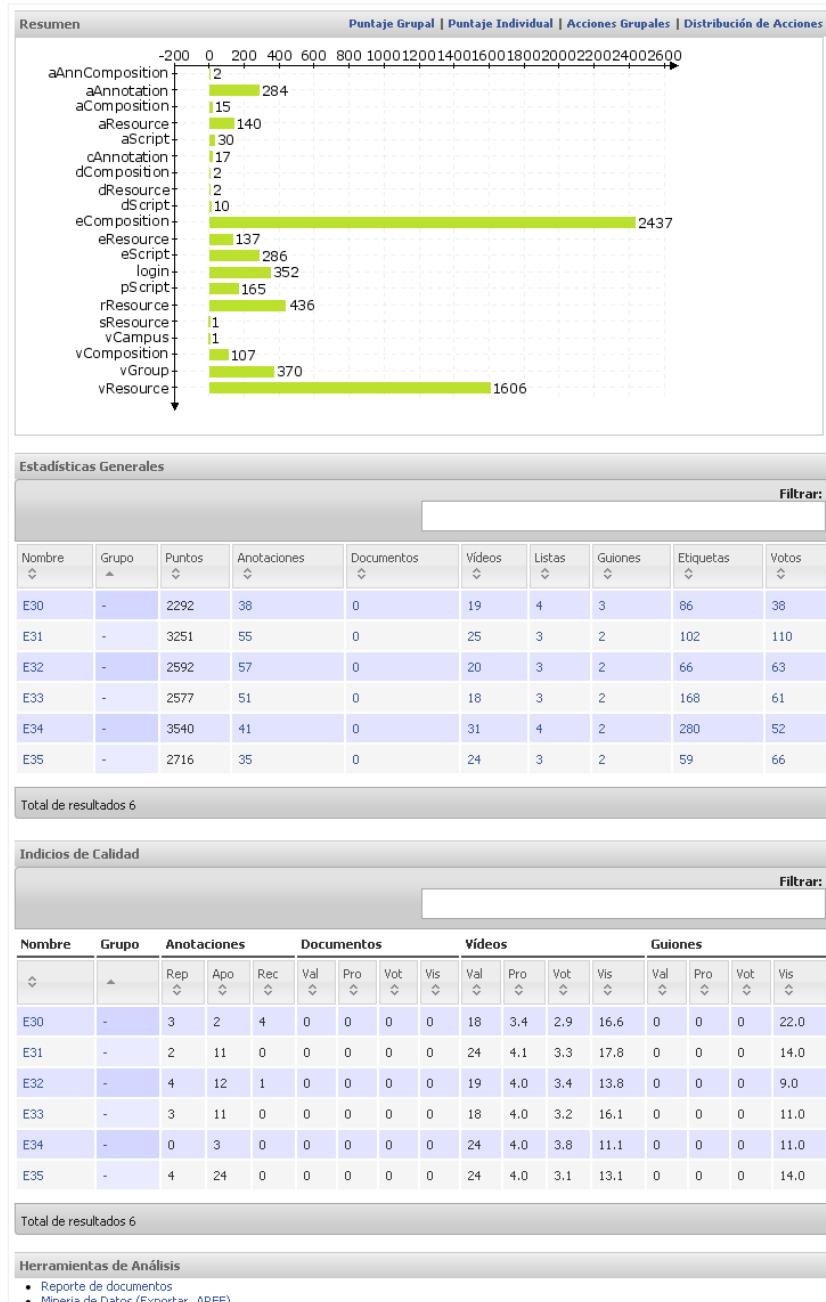


Figura 5.11. Vista detallada de información disponible para docentes y administradores en SMLearning.

## 5.5 Detalles tecnológicos

En esta última sección se describen brevemente las tecnologías y algunos detalles sobre la implementación del entorno.

SMLearning fue construido utilizando el marco para el desarrollo de aplicaciones Web *CakePHP v1.3* ([cakephp.org](http://cakephp.org)). Este marco implementa el patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador (MVC) para el lenguaje de programación PHP. La figura 5.11 presenta el diagrama de despliegue donde se resumen las tecnologías utilizadas para el desarrollo del sistema.

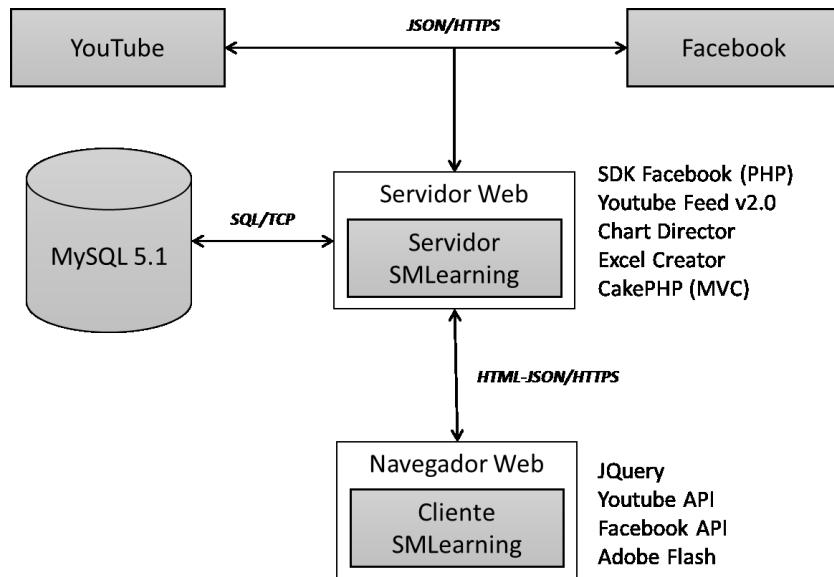


Figura 5.12. Diagrama de despliegue y librerías para el desarrollo de SMLearning.

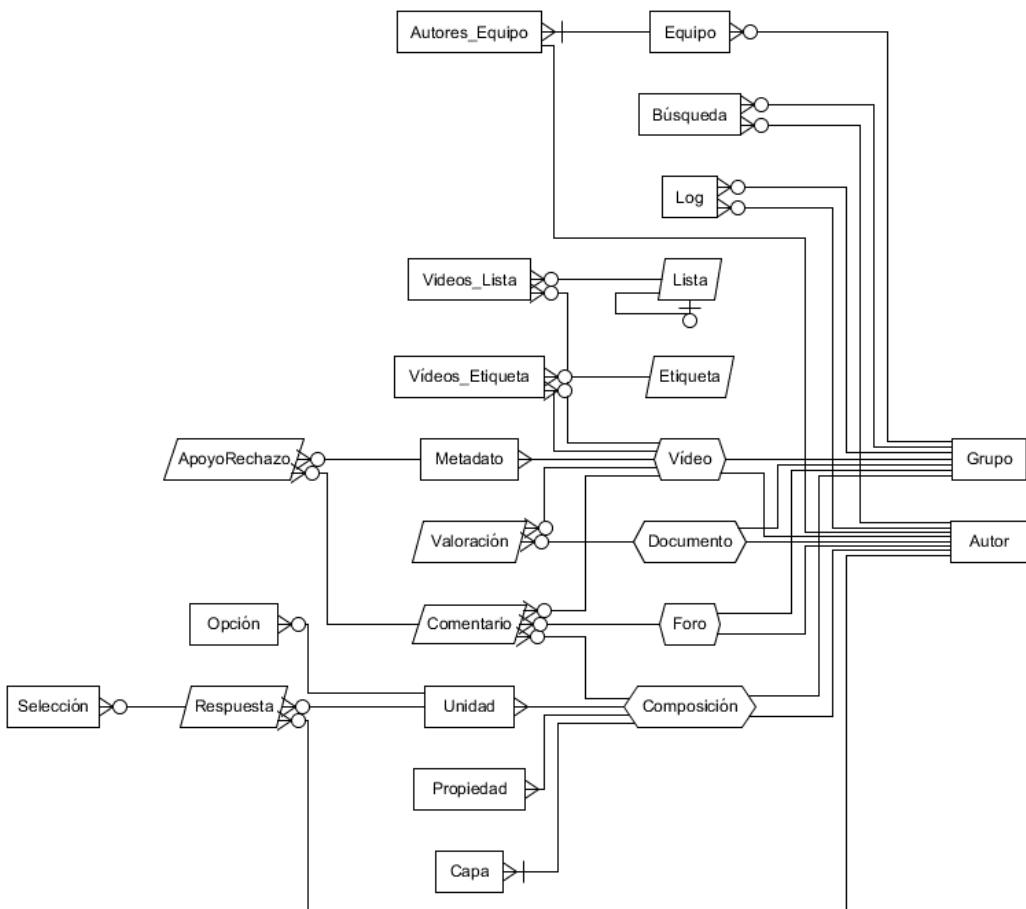
En el lado servidor, se integraron librerías para creación de gráficos (pChart, [pchart.net](http://pchart.net)), y generación de hojas de cálculo (PHPExcel [phpexcel.codeplex.com](http://phpexcel.codeplex.com)); así como las librerías de desarrollo de aplicaciones para Facebook en PHP, que facilitaron la autenticación y el acceso a información de dicha plataforma. La utilización de estas librerías demanda la creación de una cuenta como programador y registrar la aplicación a través de <https://developers.facebook.com/>.

La mayor parte de la información externa al sistema fue gestionada entre servidores, por lo que la latencia en las peticiones no resultaba crítica. En el caso de los videos, el flujo de información era entregado directamente al cliente, lo cual no implicaba carga para el servidor. En el caso de las funciones de búsqueda de videos, se utilizó un servicio público de YouTube basado en peticiones HTTPS sobre las que se entregaban los parámetros de consulta y se recibía, en formato JSON, un listado de resultados. Actualmente dicho servicio ha sido reemplazado por nuevas librerías que controlan y restringen el número de peticiones.

Los cambios en las interfaces de servicios de Facebook y YouTube fueron frecuentes, lo que demandó la vigilancia constante de las actualizaciones de estas plataformas.

En el lado cliente, se utilizaron los marcos de programación jQuery ([jquery.com](http://jquery.com)) y YUI3 (<http://yuilibrary.com/>) para JavaScript. Esta funcionalidad fue combinada con diversas extensiones y rutinas para el manejo de eventos y componentes gráficos, que configuraron una arquitectura de cliente pesado.

Por otra parte, la persistencia de datos se realizó a través del almacenamiento de ficheros en disco y el gestor de base de datos relacional MySQL 5.1. En la arquitectura implementada se enfatiza la máxima reutilización de las capacidades de otras plataformas. En esta línea, los vídeos y cierta información del usuario (como la fotografía de perfil) fueron gestionados como hipervínculos hacia los servidores de YouTube y Facebook, respectivamente. Como consecuencia, los requerimientos en almacenamiento del sistema se mantuvieron bajo: 100MB de espacio en disco y 15MB en base de datos. En contraposición, se observó la inestabilidad de ciertos recursos que eran borrados de los servidores. Esta observación se resalta como una debilidad de la arquitectura. La figura 5.13 presenta el diagrama Entidad-Relación del sistema.



*Figura 5.13. Modelo Entidad Relación de SMLearning*

En forma hexagonal, se señalan los tipos de recursos que los estudiantes aportan y sobre los cuales ocurre la interacción, esto son: Documentos, Vídeos, Composiciones y Foros. En forma trapezoidal, se resaltan los objetos que representan la interacción con recursos, es decir: Comentarios, Listas, Valoraciones (en escala), ApoyoRechazo (valoración por dicotomía) y Respuestas. Este último objeto se asocia con la interacción que el Aprendiz realiza sobre las Composiciones (Guiones Multimedia de Aprendizaje)

en la fase de consumo. Los demás objetos, señalados en forma rectangular, forman parte de los aspectos funcionales que asisten a dichos recursos y su interacción.

Como resultado final, se estima un total de 27.440 líneas de código divididas en 252 ficheros que conforman clases de control, clases de modelo (o persistencia) e interfaces de usuario o vistas del sistema. A través de la herramienta PHPLOC, (<https://github.com/sebastianbergmann/phploc>) se calculó un valor promedio por método de la métrica de complejidad ciclomática (CC) de 4.14. Este valor es similar al que se obtiene en proyectos de código abierto como el LMS Caroline (<http://www.claroline.net/>), con 400.000 líneas de código y CC de 4.02; pero es mayor al que se calcula para Moodle v29, con 1.8M de líneas y CC de 2.64. El valor de esa métrica se asocia con la complejidad de las funciones implementadas, pero también con el potencial esfuerzo que requiere su mantenimiento (a mayor complejidad, mayor esfuerzo) (Gill & Kemerer 1991). En este sentido, el código desarrollado en esta tesis presenta una complejidad moderada que lo hace apto para ser compartido y utilizado en futuros proyectos.

En esta línea, el código fuente del sistema se presenta como material anexo a esta monografía y estará disponible bajo licencia creative commons a través del repositorio de código github: <https://github.com/ivandcl/smlearning>.



# 6. Diseño experimental

Este capítulo define las hipótesis de investigación para esta tesis y plantea los elementos del diseño experimental que permiten su evaluación. Estas hipótesis se centran en medir el impacto de los mecanismos de interacción sobre el escenario propuesto. Para ello, propone tres indicadores: satisfacción, simetría y consenso. Los conceptos expuestos pretenden ofrecer un marco de referencia para el análisis de la interacción en contextos similares.

## 6.1 Introducción

El análisis de la interacción en escenarios de aprendizaje es un problema complejo que debe ser abordado desde distintas perspectivas e instrumentos, dando origen a metodologías de evaluación mixtas (Martínez et al. 2003). En dichas metodologías se combinan diversas fuentes de datos, métodos y enfoques de análisis que aumentan la diversidad de la información, alcanzando un mayor índice de confianza sobre los hallazgos. En esta línea, nuestro enfoque propone respuestas a cinco cuestiones básicas: qué queremos conocer sobre los fenómenos; dónde buscar los datos; cómo modelar estos datos a través de variables; qué relaciones podemos crear entre las variables y los fenómenos de estudio; y con qué métodos e instrumentos podemos desarrollar nuestro análisis. En coherencia con este objetivo, este capítulo se divide en cinco secciones: hipótesis del estudio, fuentes de datos, variables, indicadores, y métodos.

En este contexto, el escenario de aprendizaje ha sido modelado a través de distintos componentes agrupados en tres elementos principales: el método de aprendizaje, el entorno de asistencia y los resultados obtenidos. La figura 6.1 presenta el esquema que resume los elementos y componentes que conforman el escenario de estudio.

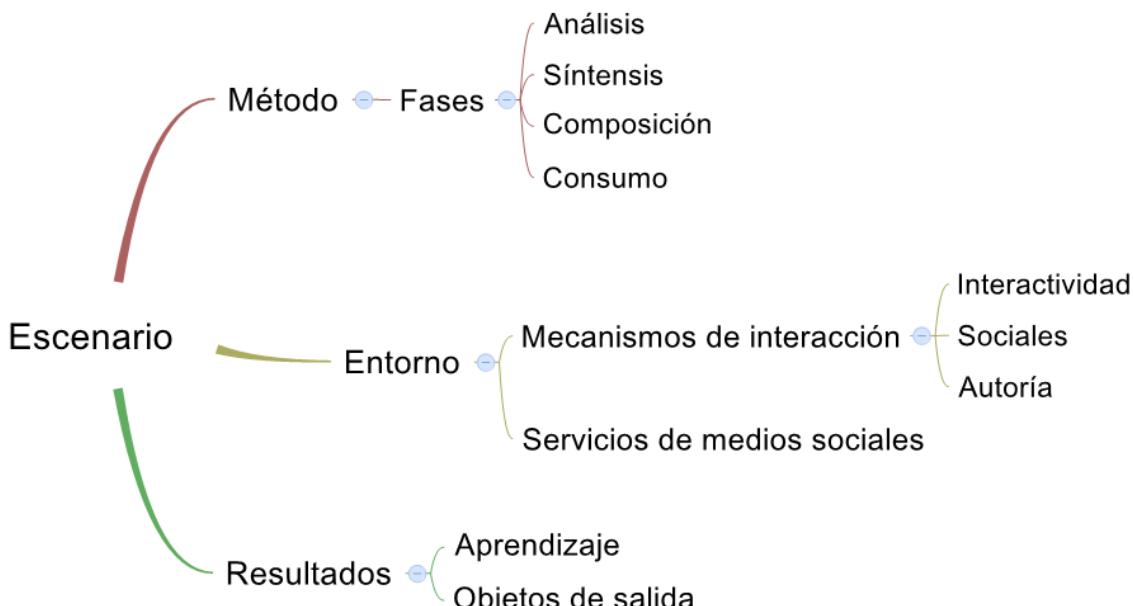


Figura 6.1. Resumen de elementos del escenario

En dicho esquema, el método se divide en las cuatro fases descritas en el capítulo 4. El entorno contiene los distintos mecanismos de interacción propuestos y enfatiza en la integración con plataformas de medios sociales como elemento característico. Por su parte, los resultados se dividen entre los objetos de salida (recursos multimedia creados) y el aprendizaje alcanzado durante el proceso.

## 6.2 Hipótesis de estudio

Esta tesis se sustenta en el potencial beneficio que aporta la interacción para el desarrollo de una estrategia de aprendizaje activo. Sobre esta base, agregamos algunos conceptos de la teoría de aprendizaje multimedia y de los principios de aprendizaje colaborativo, para proponer un conjunto de mecanismos que constituyen un escenario de aprendizaje activo centrado en recursos multimedia. Por tanto, el objetivo central de esta tesis consiste en validar dicho escenario planteando la siguiente hipótesis:

**Hc: Hipótesis central.** “Los beneficios del aprendizaje activo deben estar manifiestos en el escenario de aprendizaje propuesto, por tanto, la interacción debe corresponder con la percepción y resultados del proceso de aprendizaje”

Para corroborar Hc es necesario contrastar las observaciones empíricas con las implicaciones teóricas del aprendizaje activo. En este sentido, Hc se desglosa en las siguientes hipótesis:

- **H1. Interacción efectiva.** A mayor esfuerzo e implicación con las actividades, mayores beneficios en el proceso de aprendizaje y por tanto mayor satisfacción de los individuos.
- **H2. Interacción eficiente.** Los estudiantes que interactúan siguiendo patrones de trabajo más regulares, favorecen la colaboración y logran una mayor satisfacción con la experiencia.
- **H3: Interacción distribuida.** Una distribución homogénea de las acciones durante el tiempo de la experiencia aumenta las posibilidades de la colaboración y como consecuencia de una mayor efectividad en las tareas.
- **H4: La interacción social simétrica.** La interacción social debe ser recíproca y no centralizada. Esto significa que no hay individuos que controlan la información o que el esfuerzo se centra en pocos individuos, asimismo, que cada acción recibe una realimentación que aumenta la motivación y el compromiso por las actividades de aprendizaje.
- **H5: Creación de consenso.** La interacción efectiva implica procesos de negociación que crean consenso sobre los grupos que le permite tomar decisiones de forma más precisa.
- **H6: Interacción multimedia.** Centrar la interacción en los objetos multimedia posibilita captar mayor atención del estudiante, lo que reduce la carga cognitiva y beneficia su aprendizaje.

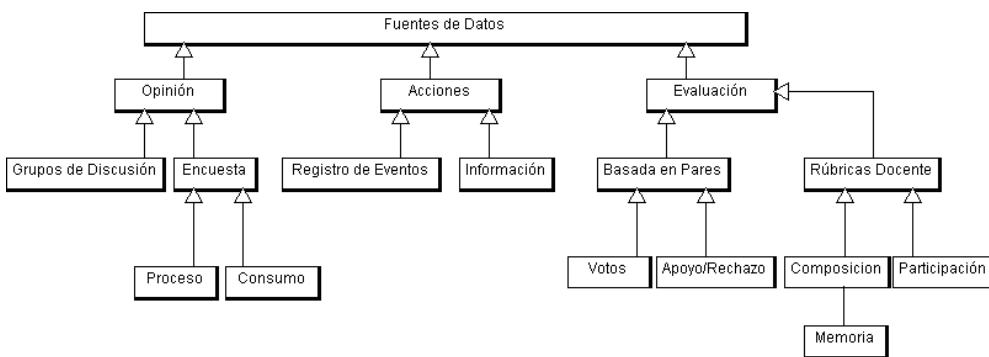
H1 plantea una correlación general entre la interacción y la satisfacción como consecuencia de los beneficios del aprendizaje activo. En estos escenarios, el estudiante que debe realizar mayor esfuerzo debe ser recompensado por un mayor aprendizaje y satisfacción. H2 plantea que esto depende del propio estudiante y su actitud frente a las tareas. En este sentido, H3 y H4 proponen dos indicadores de eficiencia basados en la distribución del esfuerzo y la simetría de las relaciones sociales. H5

propone que un efecto de la interacción efectiva es la creación de consenso, y con ello una mejora en los procesos de toma de decisión de los grupos. Finalmente, H6 establece que el impacto de la multimedia sobre la atención facilita la comunicación efectiva de la información y mejora el aprendizaje.

Estas hipótesis son desarrolladas a partir de tres indicadores: satisfacción, simetría y consenso. El objetivo de los indicadores es establecer relaciones entre las variables del escenario y los fenómenos de la interacción. Para ello, es necesario explorar y contrastar la información de distintas fuentes de datos, modelada a través de las variables de opinión, acciones y evaluación.

### 6.3 Fuentes de datos

Se identifican tres fuentes de datos: i) la opinión de los actores (estudiantes e instructores); ii) las acciones registradas en el entorno; y iii) los objetos de salida y resultados de los procesos de evaluación. La fig. 6.2 presenta un diagrama de conceptos que relacionan dichas fuentes con los instrumentos y mecanismos utilizados para la captura de datos. A continuación se desarrolla cada una de estas Fuentes.



*Figura 6.2. Diagrama de conceptos relacionados con las fuentes de datos.*

#### 6.3.1 Opinión de los actores

Esta fuente representa la percepción de los actores del escenario, ofreciendo medidas subjetivas de los efectos de la interacción sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esta tesis distingue dos tipos de actores: estudiantes e instructores. Sobre los estudiantes aplicamos encuestas y técnicas de discusión en grupo (Asbury 1995). Por otra parte, los instructores actúan como facilitadores, observadores y evaluadores de los procesos, por lo que aportan comentarios y valoraciones al desempeño individual y colectivo de los estudiantes.

En particular, esta investigación utiliza dos modelos de encuestas para capturar los datos de opinión.

- La primera encuesta (ver Apéndice A) está diseñada para estudiantes involucrados en todas las fases del método. A estas experiencias se denominan casos de estudio de tipo productores. Con ella, se indaga sobre los aspectos de diseño y puesta en marcha de la estrategia de aprendizaje activo. Así como aspectos relacionados con el entorno y los resultados alcanzados.

- La segunda encuesta (ver Apéndice B) está diseñada para estudiantes que sólo participan en la fase de consumo del método. A estas experiencias se denominan casos de estudio de tipo consumidor. En dicho tipo, los estudiantes interactúan únicamente con objetos multimedia-interactivos previamente creados por los instructores. En este caso, dicha encuesta profundiza sobre los mecanismos de interactividad e indaga acerca del impacto del contenido multimedia y el uso del formato de contenido multimedia-interactivo propuesto.

### 6.3.2 Acciones registradas sobre el entorno

Esta fuente representa las acciones que los usuarios realizan sobre el entorno. Dichas acciones son registradas mediante un módulo de registro de eventos y los objetos propios de información del entorno.

#### 6.3.2.1 El módulo de registro de eventos

Este módulo etiqueta y almacena las acciones de los usuarios. Además, le agrega información temporal y de contexto, tales como las referencias a objetos de información. Este mecanismo simplifica la inspección del estado del sistema y permite conservar el registro de acciones que no persisten en los objetos del entorno, por ejemplo, el acceso a un recurso (etiqueta *vResource*) o la validación de acceso al sistema (etiqueta *login*). En su mayoría, las etiquetas utilizadas están formadas por un carácter que representa la acción, seguido del nombre clave del objeto. Por ejemplo, las acciones: a: añadir, d: borrar, e: editar, v: visitar; r: valorar; y como nombre clave de objeto, como: Comentarios (Annotations); Documentos (Documents); Composiciones o Guiones multimedia de Aprendizaje (Compositions) y Vídeos (Resources); entre otros.

#### 6.3.2.2 Objetos de información del sistema

Estos objetos representan la información útil del sistema, es decir, el modelo de datos sobre el cual persiste la información generada por el usuario durante su interacción, tales como cuentas de usuario, recursos, documentos, etc. Estos objetos contienen todos los detalles que complementan el registro de eventos. En particular, dichos detalles permiten interpretar las acciones en términos de tres categorías: individual, cooperativa y de aceptación social descritas más adelante en este capítulo.

SMLearning provee diversas interfaces de servicio que facilitan la exportación de los datos en formatos como VNA, utilizado en herramientas de análisis de redes sociales; ARRF (*Attribute-Relation File Format*), compatible con herramientas de minería de datos; y CSV (*Comma-separated values*), soportado con distintos paquetes estadísticos. Además, ofrece una vista detallada de la información a través de la vista de comunidad de cada grupo.

### 6.3.3 Objetos de salidas y procesos de evaluación

Estas fuentes reflejan la cantidad y calidad de las contribuciones que los individuos realizan durante la experiencia. En nuestro escenario, dichas contribuciones son: comentarios, etiquetas, videos, documentos, guiones multimedia e informes. Los mecanismos utilizados para generar los datos de evaluación se dividen en dos tipos: basada en pares y basada en las rúbricas del docente.

### 6.3.3.1 Evaluación basada en pares

En este tipo, los estudiantes estiman un grado de calidad sobre los aportes de sus compañeros a través de diversos mecanismos. En el caso de los videos, documentos y GMA se utiliza un sistema de votación con escala de 5 puntos (5 como calidad máxima). Mientras que, los comentarios y etiquetas utilizan un mecanismo dicotómico de Apoyo o Rechazo.

### 6.3.3.2 Los mecanismos de rúbricas

En este caso, se utiliza el criterio del instructor para estimar la calidad y desempeño de los estudiantes sobre las actividades. En particular a nuestro escenario, dicho desempeño considera la calidad de los GMAs e informes asociadas, así como la participación de los estudiantes en las actividades de discusión y el cumplimiento de los objetivos mínimos de interacción propuestos.

## 6.4 Variables

En coherencia con las fuentes descritas, se definen tres grupos de variables: opinión, acción y evaluación.

### 6.4.1 Variables de Opinión

Corresponden a distintas medidas subjetivas del escenario en función de los objetivos propuestos para esta investigación. Todas estas variables se relacionan con el grado de satisfacción que el estudiante percibe del método, el entorno y los resultados.

#### 6.4.1.1 Variables relacionadas con el método

Se consideran las siguientes variables: planificación, esfuerzo, aspectos fundamentales, iteración y motivación, ver figura 6.3.

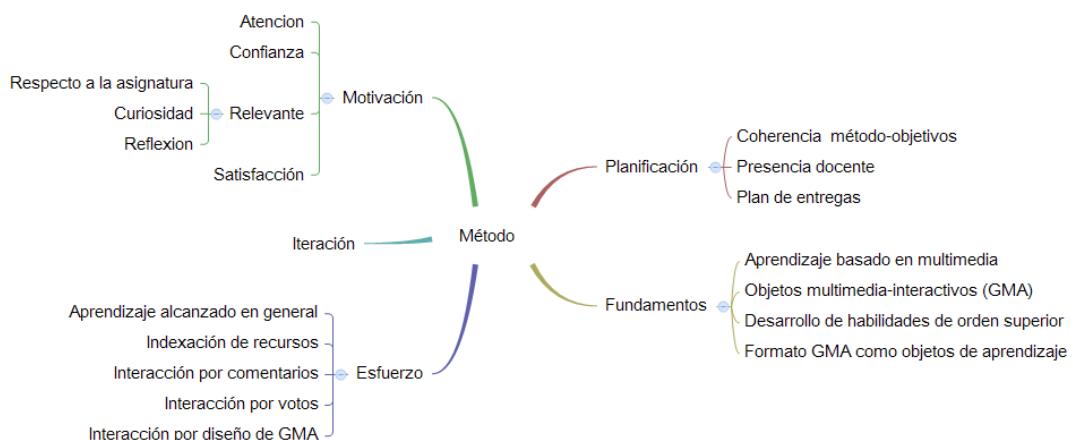


Figura 6.3. Diagrama de conceptos para las variables de opinión relacionadas con el método

- **Planificación.** Mide la coherencia entre el diseño instruccional y los objetivos de aprendizaje propuestos. Además, indaga sobre el acompañamiento docente durante la experiencia y la planificación de entregas.

- **Esfuerzo.** Es el grado de dedicación que cada estudiante pone a las actividades centrales del método, es decir: la búsqueda de nuevos recursos, comentarios, valoraciones y la creación de los GMAs. Adicionalmente, examina la proporcionalidad entre el esfuerzo y el aprendizaje logrado por el estudiante.
- **Aspectos fundamentales.** Indaga sobre el uso de vídeos como recursos educativos, la pertinencia de las tareas de composición como actividad de aprendizaje y el desarrollo de habilidades de orden superior como consecuencia de la interacción.
- **Iteración.** Mide el beneficio aparente que se deriva de la aplicación del método en una segunda ocasión sobre la misma comunidad. Esta segunda iteración es una estrategia para reducir el impacto de la novedad del método y las herramientas sobre la opinión de los participantes. Con ellas, se espera obtener una opinión más objetiva sobre los distintos factores que se investigan.
- **Motivación.** Examina si las actividades propuestas fomentan la motivación por el proceso de aprendizaje. Esta variable es medida mediante campos de texto libre en las que los estudiantes señalan los aspectos positivos y negativos de la experiencia.

Estas variables son aplicadas al análisis de los casos de tipo productor; inicialmente, en forma general al método, y posteriormente para cada fase. Por su parte, las experiencias de tipo consumidor se centran en dos variables: la motivación y el impacto de la interactividad.

El análisis de la motivación utiliza como referencia el modelo ARCS (Keller 2010), en el que se proponen cuatro factores claves: la atención, la relevancia, la confianza y la satisfacción. Estos factores fueron desarrollados mediante las siguientes variables (Echeverría & Cobos 2010):

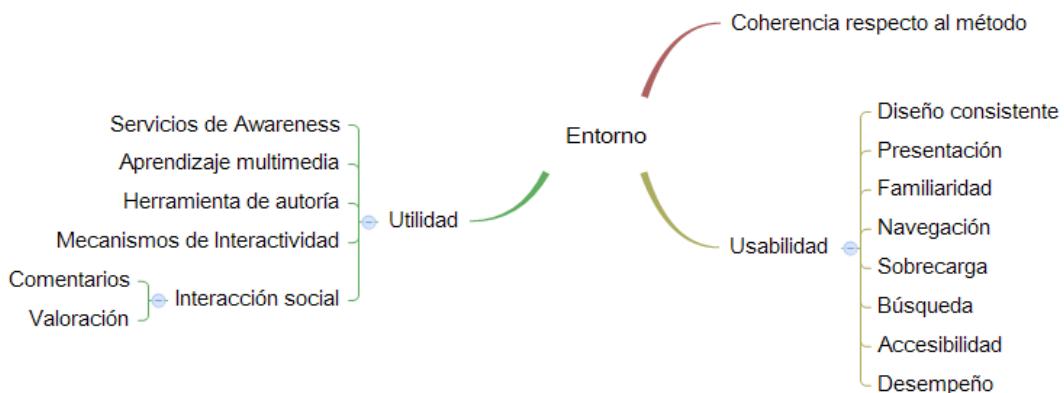
- **Atención.** Grado en el cual los objetos multimedia-interactivos captan la atención de los estudiantes.
- **Curiosidad.** Capacidad de los GMAs para fomentar la autonomía en la exploración de los conceptos tratados.
- **Relevancia.** Nivel de contribución de los GMA a la comprensión de los temas expuestos en el marco de la asignatura.
- **Confianza.** Valor de utilidad que ofrecen los GMA como recursos de aprendizaje de la asignatura. Dicha utilidad se basa en que la interactividad sirve como entrenamiento a los procesos formales de evaluación de la asignatura.
- **Reflexión.** Indaga sobre la capacidad de los mecanismos de interactividad para fomentar el pensamiento crítico sobre los conceptos expuestos.
- **Aceptación de formato.** Evalúa el grado de acogida de los GMAs como formato de recursos educativos, intentando aislarlo de la información concreta expuesta. Esta variable se complementa con el impacto de los mecanismos de interactividad.

Por otra parte, el impacto sobre de la interactividad considera las siguientes variables: el valor pedagógico, el valor didáctico, la suficiencia de los mecanismos de interactividad, y la conveniencia de incorporar mecanismos sociales al proceso. Adicionalmente, se indaga sobre la carga cognitiva que se deriva de componentes de interactividad alta, como los simuladores, o interactividad baja, como las animaciones.

- **Valor pedagógico.** Evalúa el grado de aporte de la interactividad en el aprendizaje.
- **Valor didáctico.** Mide el impacto de la interactividad sobre la atención y fomento del dinamismo en el proceso de aprendizaje.
- **Suficiencia.** Examina el grado de cumplimiento de las expectativas del estudiante respecto a la interacción con el contenido.
- **Mecanismos sociales.** Indaga acerca de la utilidad y pertinencia de los mecanismos sociales, como los comentarios y valoraciones, en el proceso de aprendizaje. Además, indaga si los mecanismos sociales debían ser públicos o anónimos.
- **Intensidad de la interactividad.** Evalúa el nivel de intensidad con la cual la interactividad debe estar presente en los recursos multimedia. La interactividad baja fue ejemplificada mediante un componente que respondía a los eventos de ratón e ilustraba las capacidades de las tecnologías HTML5. La interactividad alta fue ejemplificada por un simulador de código SQL sobre el que se solicitó resolver un ejercicio de forma guiada.

#### 6.4.1.2 Variables relacionadas con el entorno

En el entorno se analizan las variables de usabilidad y utilidad, ver figura 6.4.



*Figura 6.4 Diagrama de conceptos para las variables de opinión relacionadas con el entorno*

El análisis de la usabilidad parte de las heurísticas básicas propuestas por Nielsen (Nielsen 2005) y la apropiación de estos conceptos (Claros & Collazos 2006). En este caso se consideran los siguientes aspectos:

- **Coherencia:** Alta correlación entre la funcionalidad del entorno y las tareas propuestas.
- **Presentación.** Visibilidad del estado del sistema y la posibilidad de recuperarse de errores.
- **Familiaridad.** Uso apropiado de lenguaje gráfico y textual cercano a los usuarios.
- **Navegación.** Facilidad de acceso al contenido.
- **Distribución de información.** Control de la sobrecarga de información.

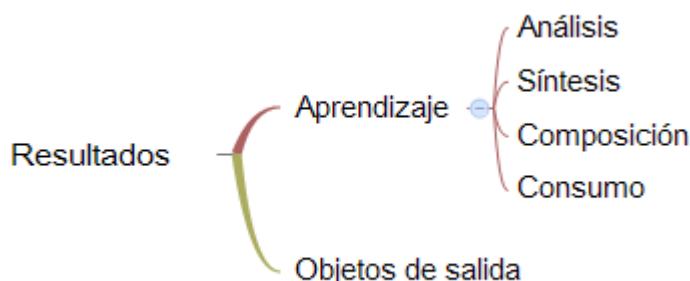
- **Sistema de búsqueda.** Posibilidad de encontrar información útil en cualquier punto del sistema.
- **Accesibilidad.** Cumplimiento de las normas básicas de acceso a la información.
- **Desempeño.** Tiempo medio de respuesta apropiado para los servicios.

Por otra parte, la variable de utilidad mide la pertinencia de los diversos mecanismos de interacción propuestos como parte del proceso de aprendizaje. En este sentido se tienen:

- **Utilidad de la interactividad en los recursos.** Representada por los mecanismos de diálogos, preguntas, simuladores, etc.
- **Utilidad de interacción social.** Representada por los mecanismos de comentarios, valoraciones, gestión compartida del objetos, etc.
- **Utilidad de la autoría.** Representado principalmente por la herramienta de composición de GMAs.
- **Utilidad de los mecanismos de conciencia grupal.** Representada por la vista de comunidad del entorno en donde se reflejan los aportes de cada individuo ponderados por el mecanismo de reputación (variable puntos).

#### 6.4.1.3 Variables relacionadas con los resultados

Estas variables están asociadas a dos componentes: el aprendizaje y los objetos de salida, ver figura 6.5. El aprendizaje se asocia con cada fase del método, y en forma general a la experiencia. Mientras que las salidas se miden como la calidad observada de los GMA creados durante el proceso. En este sentido, tenemos las variables:



*Figura 6.5 Diagrama de conceptos para las variables de opinión relacionadas con los resultados*

- **Satisfacción del análisis.** Aporte de la fase de análisis al aprendizaje.
- **Satisfacción de la síntesis.** Aporte de la fase de síntesis al aprendizaje.
- **Satisfacción de la composición.** Aporte de la fase de composición al aprendizaje.
- **Satisfacción del consumo.** Aporte de la fase de consumo al aprendizaje.
- **Satisfacción global sobre el aprendizaje.** Percepción de la efectividad del escenario como experiencia de aprendizaje.
- **Satisfacción global sobre las salidas.** Percepción de la calidad de los objetos generados durante la experiencia.

## 6.4.2 Variables de Acción

Estas variables se generan como resultado de la interacción de los usuarios con el entorno. Esta tesis propone interpretar dicha interacción en función del origen y destino de las acciones, sugiriendo tres categorías de variables: *individuales*, *cooperativas* y de *aceptación social*. El equilibrio entre estas tres categorías constituye la base del indicador de simetría, el cual se detalla posteriormente.

- **Individuales.** Corresponde a acciones realizadas por los individuos sobre objetos propios; por ejemplo, aportar nuevos recursos, modificarlos o interactuar con ellos. Un usuario con una tendencia dominante de este tipo de acciones refleja una actitud poco favorable para la colaboración porque potencialmente queda aislado y poco satisfecho con el escenario.
- **Cooperativas.** Corresponde a acciones realizadas por los individuos sobre objetos que no son propios; por ejemplo, al visualizar, comentar o interactuar con ellos. Esta categoría se relaciona con contribuciones del individuo al aprendizaje de otros. Estas contribuciones son el resultado de una interacción social directa o indirecta (derivada de las acciones). Por ejemplo, una acción indirecta es comentar un recurso añadido por otro individuo, mientras que una acción directa es responder a un comentario. Una actitud predominantemente cooperativa refleja un carácter social y cercano del individuo con otros miembros de la comunidad. Además, las acciones públicas tienen mayor impacto que las acciones anónimas.
- **Aceptación social.** Son aquellas acciones que cada individuo recibe a través de sus objetos. Estas acciones reflejan la calidad y pertinencia de los objetos desde la perspectiva de la comunidad. Un ejemplo de este tipo de acciones son las visitas que recibe un vídeo: poco un número bajo de acciones de este tipo pueden estar asociado a baja calidad en la contribución que trae por consecuencia la indiferencia por parte de la comunidad sobre el recurso. Por el contrario, un valor alto de esta variable indica que los aportes del individuo son significativos en la dinámica del grupo.

La definición de variables de acción constituye un proceso sistemático extenso que empieza por tomar un objeto del entorno e interpretar sus propiedades y relaciones. Para ilustrar este proceso, a continuación presentamos la construcción de las variables de acción relacionadas con los objetos del vídeo. Este mismo procedimiento se puede extrapolar para otros objetos del sistema como documentos, listas, y GMAs; por lo que su desarrollo se omite para esta monografía.

### 6.4.2.1 Construcción de variables de acción relacionadas con vídeos

La figura 6.6 presenta el diagrama entidad-relación de los objetos relacionados con los recursos de tipo vídeo. Sobre cada entidad del diagrama se identifican las siguientes variables:

- **Variables generales.** Número de registros de la instancia.
- **Variables por propiedades.** Las propiedades se transforman en variables sobre las que se pueden aplicar funciones estadísticas para gestionar de forma agregada los valores de una colección, por ejemplo, valor promedio, máximo, mínimo, varianza, desviación estándar, etc. En el caso de propiedades no

numéricas, se pueden aplicar métodos de análisis de contenido y generar categorías, por ejemplo, el número de vídeos que contengan títulos representativos del contenido.

- **Variables por relaciones.** Las relaciones con otras entidades forman variables que se representan por el número de registros, o través de propiedades específicas. Por ejemplo, la relación entre vídeos y valoraciones da lugar a variables como número de votos, pero también, valoración promedio, valoración máxima, dispersión de la valoración, etc.
- **Variables por eventos.** La manipulación de las distintas propiedades de la entidad genera eventos que pueden ser registrados como variables, por ejemplo, número de visitas al vídeo, número de ediciones de los metadatos, o las acciones de control sobre la reproducción: inicios, pausas, saltos, etc.

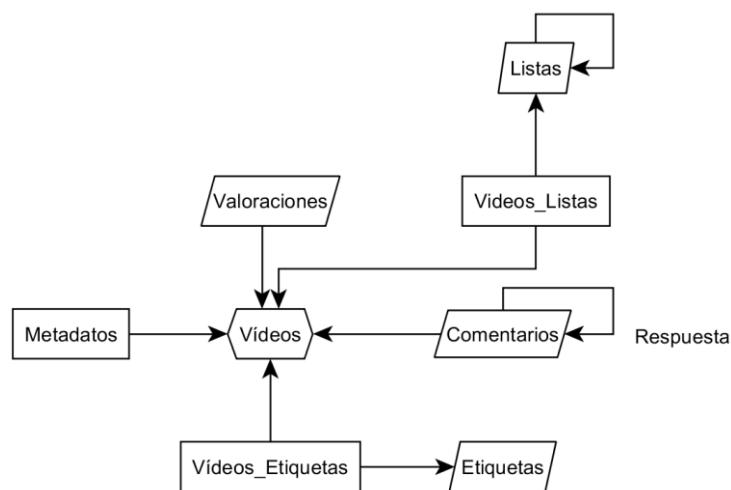


Figura 6.6 Diagrama entidad-relación de los objetos relacionados con los recursos de tipo vídeo.

Siguiendo esta lógica, la tabla 6.1 propone algunas variables de acción relacionadas con los objetos de tipo vídeo y separadas de acuerdo a las categorías de intención propuestas anteriormente.

Tabla 6.1. Ejemplo de variables de acciones relacionadas con los videos.

Tipo	Variables
Individuales: Acciones y atributos que vinculan a un individuo con sus propios recursos.	<b>Globales:</b> número de vídeos aportados. <b>Propiedades:</b> Duración promedio de vídeos. <b>Relaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoraciones: calificación promedio a videos propios.</li> <li>• Comentarios: número de comentarios en videos propios.</li> </ul> <b>Eventos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de visitas a vídeos propios.</li> </ul>
Cooperativas: Acciones y atributos	<b>Relaciones:</b>

<p>que vinculan un individuo con videos de otros usuarios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoraciones: número de valoraciones a videos de otros.</li> <li>• Comentarios: número de comentarios directos a videos de otros.</li> </ul> <p><b>Eventos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de visitas a recursos de otros usuarios.</li> </ul>
<p>De aceptación: Acciones que vinculan otros usuarios con videos del individuo.</p>	<p><b>Relaciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoraciones: número total de valoraciones recibidas de la comunidad; número de votos promedio recibidos por cada uno de sus videos.</li> <li>• Comentarios: número de comentarios recibidos en sus videos por parte de otros usuarios.</li> </ul> <p><b>Eventos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de visitas a sus recursos recibidas por parte de otros usuarios.</li> </ul>

El objetivo de esta tabla es ilustrar las diversas posibilidades a variables de acción derivadas del enfoque propuesto. Nuestro objetivo es facilitar la identificación e interpretación de las acciones de los usuarios en el entorno (Claros & Cobos 2012)

#### 6.4.2.2 La variable puntos

Se definió un tipo especial de variable de acción llamada puntos. Esta variable corresponde a la suma pondera de las acciones de un individuo con el sistema y es utilizada en el sistema de reputación. Su valor permite ordenar a los estudiantes en una tabla de resumen de la comunidad, que representa su nivel de aporte.

En dicha ponderación se discrimina la intencionalidad de las acciones entre individuales y cooperativas, tal que la medida favorece una actitud colaborativa. Los valores finales de dicha ponderación fueron ajustados empíricamente durante el primer caso experimental en función del esfuerzo y frecuencia de las acciones claves del entorno. Para realizar tal ajuste se analizó en un momento específico las contribuciones de los estudiantes y se estableció manualmente su nivel de aporte en términos relativos. Dicho nivel fue tomado como valor de referencia a partir del cual se asignaron diversos pesos hasta conseguir un alto nivel de ajuste. Este proceso dio como resultado la siguiente definición de la variable:

Puntos =

$$\begin{aligned}
 & 50 \times \text{número de videos aportados} + \\
 & 20 \times \text{número de listas aportadas} + \\
 & 70 \times \text{número de documentos aportados} + \\
 & 20 \times \text{número de GMA creados} + \\
 & 0.7 \times \text{número de acciones de edición a un GMA propio} + \\
 & 10 \times \text{número de anotaciones a [videos, documentos, GMA] propios} + \\
 & 15 \times \text{número de anotaciones a [videos, documentos, GMA] de otros} + \\
 & 5 \times \text{número de valoraciones a [videos, documentos, GMA] propios} + \\
 & 7 \times \text{número de valoraciones a [videos, documentos, GMA] de otros} + \\
 & 2 \times \text{número de etiquetas aportadas a videos propios} +
 \end{aligned}$$

3 x número de etiquetas aportadas a vídeos de otros

El objetivo de introducir esta variable es influir en el comportamiento de los estudiantes mediante una interdependencia por competencia entre los estudiantes basada en el reconocimiento social. Los pesos asignados buscan que actitudes más colaborativas reciban mayor puntuación y por tanto correspondan con una estrategia de trabajo más eficiente.

#### 6.4.3 Variables de Evaluación

La figura 6.7 resume los objetos relacionados en las variables de evaluación, las cuales se agrupan en dos categorías: basadas en pares y basadas en las rubricas de evaluación aportadas por el instructor.

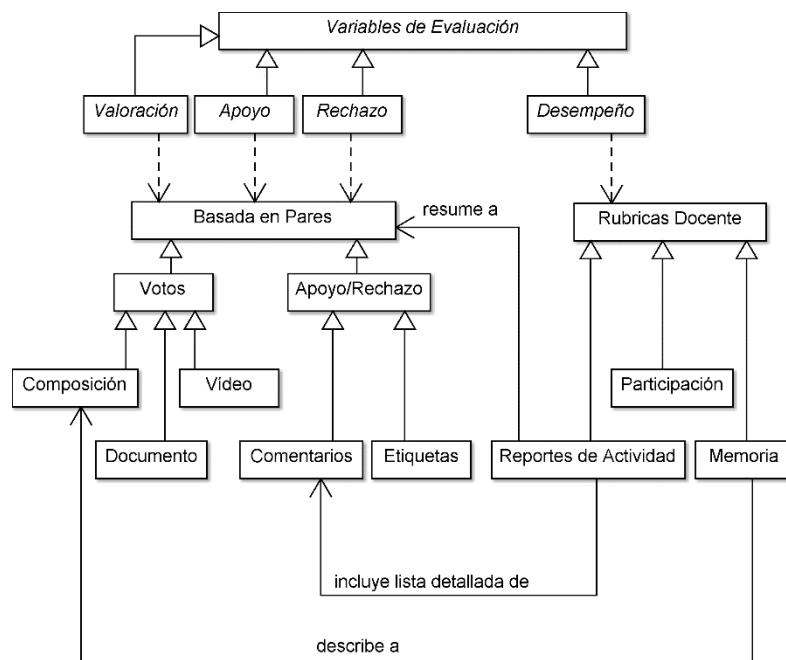


Figura 6.7 Diagrama de conceptos para las variables de evaluación

##### 6.4.3.1 Basadas en pares

Las variables se derivan de dos mecanismos: valoración y apoyo-rechazo. El primero utiliza una escala numérica de 5 niveles (5 valor máximo), mientras que la segunda un valor dicotómico. Estos mecanismos pretenden medir la calidad y pertinencia de los objetos del sistema.

Los objetos del sistema evaluados a través de la escala mencionada son: vídeos, documentos y guiones multimedia. Mientras que la variable dicotómica se utiliza para comentarios, etiquetas y metadatos propios del vídeo, como el resumen. Al igual que las variables de acción, sobre estos valores se pueden aplicar métodos estadísticos para generar valores agregados por grupos, por ejemplo, valor promedio de valoración de los vídeos de una lista.

#### 6.4.3.2 Basadas en rubricas docentes

Consiste en aplicar los criterios del docente para estimar el desempeño global del estudiante sobre el proceso de aprendizaje. Para este escenario, dicha estimación considera: la calidad de los GMAs y la participación del individuo en las actividades. El instructor se orienta a través de tablas de resumen de actividad que ofrece el entorno. Como resultado, asigna una calificación final a cada estudiante.

### 6.5 Indicadores

Esta sección describe los indicadores de satisfacción, simetría y consenso construido a partir de las distintas variables descritas anteriormente.

#### 6.5.1 Satisfacción

La satisfacción es una medida de la efectividad de los escenarios de aprendizaje (Kim et al. 2011) que se relaciona con la cantidad de esfuerzo que demandan las actividades y el beneficio que se percibe de éstas. En este contexto, un alto nivel de satisfacción debería ser el resultado de maximizar los beneficios y minimizar el esfuerzo. No obstante, un esfuerzo mínimo conduce a un modelo pasivo y por tanto menos motivador y efectivo para el aprendizaje. Mientras que, siguiendo la idea central de esta tesis, un modelo de aprendizaje activo implica mayor esfuerzo y dedicación, lo que debería generar mayores beneficios. Esto trae por consecuencia dos afirmaciones:

- a. La principal evidencia de una interactividad efectividad está dada por un alto nivel de participación y de satisfacción de los estudiantes.
- b. El esfuerzo y beneficio deben equilibrarse mutuamente, tal que el escenario fomente mayor atención y compromiso en el individuo, pero también le ofrezca una justa compensación.

El cálculo de la satisfacción se realiza a través del uso de encuestas fiables que permitan medir las variables de opinión. En esta tesis, dichos instrumentos son las encuestas aplicadas a los casos de tipo productor y consumidor (Apéndices A y B, respectivamente); mientras que la medida de fiabilidad es el coeficiente Alpha de Cronbach (Cronbach, 1951). Típicamente, un valor superior a 0.6 es aceptable para el estudio de fenómenos sociales (Murphy & Davidshofer 1988).

Por otra parte, resulta intuitivo suponer que la satisfacción y el desempeño del estudiante están altamente correlacionados, sin embargo, esto no ocurre en todos los escenarios (Bean & Bradley 1986; Picciano 2002). Esto implica que, para mantener el supuesto de equilibrio de la satisfacción, existen otras formas de beneficio que no se reflejan en el proceso de evaluación. Algunos autores han observado que la presencia social puede predecir la satisfacción, lo que implica que la forma como los individuos interactúan con el sistema cambia su percepción del mismo (Gunawardena & Zittle 1997). Como consecuencia, las variables de acción, asociadas con el esfuerzo del estudiante a las tareas, debe correlacionar con el grado de satisfacción que alcanza sobre las mismas.

En esta línea, se debe profundizar sobre las distintas implicaciones del esfuerzo y beneficio en el escenario. Desde un punto de vista práctico, el esfuerzo está dado por el número de acciones que implica una tarea y el tiempo invertido para su ejecución, mientras que, el beneficio está dado por el nivel de aprendizaje alcanzado y la

satisfacción sobre los objetos creados. Un análisis más profundo de estos conceptos implica desarrollar teorías relacionadas con el aprendizaje y la motivación, que escapan del alcance de esta tesis. A continuación se plantean algunas ideas planteadas sobre el esfuerzo y el beneficio en los escenarios educativos.

#### 6.5.1.1 El esfuerzo

El esfuerzo está relacionado con el tiempo y los tipos de acciones que invierte un individuo en una tarea. No todas las acciones que implica una tarea están registradas en el entorno, además, cada acción tiene sus propias implicaciones a nivel de carga cognitiva, conocimiento previo o habilidades. Sin embargo, proponemos hacer una primera aproximación de esfuerzo a través del tiempo de trabajo y número de acciones medido desde el registro de eventos del entorno. Sobre este registro aplicamos dos métricas: la correlación entre tiempo y número de acciones, y el grado de dispersión de las acciones.

- **Correlación entre el tiempo y número de acciones.** Esta métrica estima la eficacia con que el individuo gestiona su esfuerzo. Para ello, tomamos los días en que el individuo interactúa con el entorno. Sobre cada día, se calcula el tiempo total de trabajo y el número de eventos que realiza. Sobre estos datos se calcula la correlación. Una baja correlación implica que las sesiones de trabajo del individuo eran poco regulares, es decir, carece de rutinas de trabajo que garanticen un avance hacia los objetivos de las tareas. Este hecho puede ser consecuencia de distracciones que llevan a mantener sesiones de trabajo prolongadas y poco productivas. Por lo contrario, una alta correlación implica sesiones de trabajo más regulares que potencialmente generan una mayor efectividad en el aprendizaje.
- **Grado de dispersión de las acciones:** Partiendo de la misma serie de datos de la métrica anterior, se calcula el grado de dispersión de la serie de acciones. Para ello, se puede utilizar funciones estadísticas como la varianza, la desviación estándar o el coeficiente de variación (desviación estándar sobre la media). A menor dispersión de los datos implica una distribución más regular del esfuerzo durante la experiencia. Dicha regularidad ofrece mayor oportunidad de interacción con otros usuarios. Por el contrario, un grado de dispersión alto sugiere que las acciones se concentran en momentos puntuales dentro de la experiencia que trae por consecuencia menor probabilidad de interacción con otros integrantes de la comunidad.

Estas métricas son aplicadas a nivel general a todas las acciones y posteriormente por cada tipo de acción.

#### 6.5.1.2 El beneficio

Para explorar las implicaciones de beneficio del escenario recurrimos a dos medidas: la calificación final obtenida por los estudiantes y la variable de puntos. La calificación aporta la visión del instructor sobre el desempeño y nivel de aprendizaje alcanzado por cada estudiante. La variable de puntos representa nuestro intento por fomentar una actitud colaborativa sobre el escenario.

### **6.5.1.3 Procedimiento**

Los valores obtenidos de estas métricas y variables se contrastan con las variables de opinión a través del coeficiente de Correlación de Pearson en búsqueda de evidencias significativas de las implicaciones de la interacción en la satisfacción. El capítulo 7 destalla los hallazgos encontrados.

### **6.5.2 Simetría**

Este indicador traslada las implicaciones de la satisfacción a un contexto social. Es coherente suponer que las acciones de cooperación y aceptación social mantienen un alto grado de reciprocidad. Es decir, las acciones que un individuo realiza a favor del grupo deben ser proporcionales a las acciones que el grupo realiza a favor del individuo. Este hecho se complementa con los criterios de igualdad de participación de las teorías CSCL (Dillenbourg 1999), en el que todos los miembros de un grupo deben tener las mismas oportunidades de aportar a la solución del problema. Como consecuencia, la red que modela la participación del grupo debe tener un bajo grado de centralidad y alta reciprocidad, lo que hemos denominado simetría.

Por tanto, un escenario de colaboración efectivo debe maximizar la simetría. En contraste, un escenario donde las acciones están altamente centralizadas en pocos individuos, y si las relaciones de cooperación y aceptación se encuentran en desequilibrio, producen un valor mínimo de simetría.

#### **6.5.2.1 Procedimiento**

Para establecer una medida de esta indicador se propone utilizar el enfoque SNA, donde se definen las métricas reciprocidad y grado de centralidad. Estas métricas SNA son proyectadas en el tiempo de la experiencia y analizadas como funciones continuas. Este procedimiento ofrece una visión de la dinámica con la cual el grupo evoluciona como comunidad y desarrolla cohesión. Como criterio para demostrar que la experiencia sigue una tendencia de crecimiento continuo se propone utilizar el coeficiente R cuadrado calculado a partir de un ajuste lineal. La sección 6.6 presenta una breve introducción a dicho enfoque y describe las métricas SNA identificadas como relevantes para el análisis de la interacción en escenarios de aprendizaje.

### **6.5.3 Consenso**

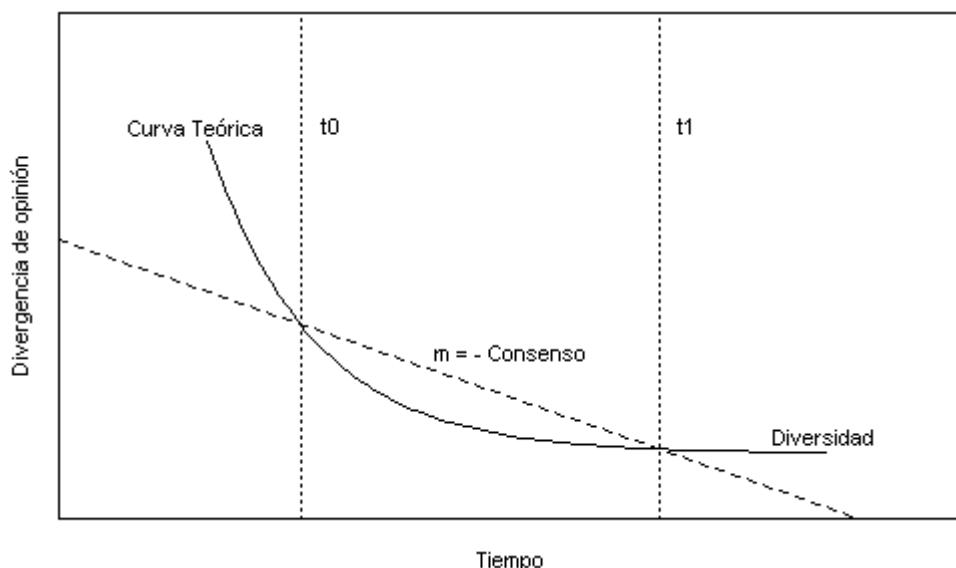
Este indicador parte de que la comunidad de aprendizaje es un sistema autónomo que se adaptan y autorregula con el tiempo. Esto implica el refinamiento continuo del criterio o reglas que, implícita o explícitamente, aumentan la precisión del grupo en la toma de decisiones. En este contexto, una mayor precisión se relaciona con la reducción de la divergencia en las opiniones de los miembros del grupo. Por ejemplo, una comunidad con un alto grado de precisión mide colectivamente la calidad de un recurso con una baja variación sobre la medida. Este hecho es atribuido a la creación de consenso sobre las características deseables del recurso, alcanzado a partir de los procesos de negociación que han tenido lugar en el escenario.

Como ilustración conceptual, la figura 6.8 presenta la divergencia de opinión en función del tiempo. En un proceso de interacción efectiva, dicha divergencia dibuja una curva decreciente buscando un valor asintótico asociado a la diversidad. La diversidad representa el valor mínimo de heterogeneidad o individualidad de los miembros de un

grupo, sin el cual no tendría sentido ninguna interacción (Stirling 2007). En conclusión, una interacción efectiva debe crear consenso y como consecuencia mejora la precisión de los grupos en la toma de decisiones.

### 6.5.3.1 Procedimiento

Para calcular el valor de este indicador se propone el siguiente procedimiento: primero, se identifica el objeto de discusión y los mecanismos de negociación. Para nuestros casos de estudio, dichos objetos son los vídeos y los mecanismos de negociación son los comentarios y las valoraciones. Segundo, se define una media de la divergencia de opinión, que en nuestro caso, es el valor la varianza sobre los votos. Al calcular dicha divergencia a lo largo del tiempo, se debe observar una decadencia del valor, por lo que, al trazar una línea recta entre ambos puntos, el consenso es el inverso aritmético de la pendiente. En consecuencia con este procedimiento, el consenso toma valores en el rango de [-1, 1].



*Figura 6.8 Curva teórica para el indicador de consenso.*

En esta tesis, los dos hitos de referencia en el tiempo son las fases finales de cada iteración del método. Nuestros datos muestran diferencias significativas en el valor de la varianza entre las iteraciones de los distintos escenarios, demostrando la efectividad de los mecanismos sociales en la construcción de consenso. Estos datos se discuten en detalle en el capítulo 7.

## 6.6 Métodos

Esta sección introduce brevemente algunos métodos y procedimientos que complementan los conceptos de análisis de la interacción. Dichos métodos se pueden agrupar en tres enfoques: estadística general, técnicas de minería de datos y análisis de redes sociales.

### 6.6.1 Técnicas estadísticas

La estadística se divide en dos grandes áreas: descriptiva e inferencial. La estadística descriptiva ofrece herramientas para la síntesis y representación de datos, permitiendo sintetizar y caracterizar la información. Dichas características se conocen como

parámetros estadísticos, entre los que se encuentra el promedio, la moda, varianza, desviación estándar, etc. En cuanto a la representación de datos, esta tesis recurre al diagrama de cajas o *boxplot*, que muestra la distribución de los datos mediante cuartiles. Esta representación ofrece una visión de la simetría de los datos frente a su valor medio, y permite detectar valores atípicos en las muestras.

En cuanto a la estadística inferencial, recurrimos a ello para probar la significancia de los resultados experimentales, por ejemplo comparando dos muestras mediante su valor medio (t-test de Student), su varianza (f-test), o su correlación (test de correlación de Pearson). Cuando las muestras no se ajustan a una distribución gaussiana es necesario recurrir a métodos no paramétricos, como la prueba de rangos de Wilcoxon (Wilcoxon 1946)

### 6.6.2 Minería de datos

La minería de datos combina métodos estadísticos y de aprendizaje automático para analizar un conjunto de valores teóricamente relacionados. En el contexto educativo, el término *Educational Data Mining* es comúnmente utilizado para describir el análisis de escenarios educativos a partir de dichas técnicas (Romero & Ventura 2010).

### 6.6.3 Análisis de Redes Sociales

El enfoque SNA incluye numerosos conceptos y métodos utilizados en un amplio rango de disciplinas (Carrington et al. 2005), entre ellos el análisis de escenarios de aprendizaje colaborativo (Martínez-monés 2003).

En general, SNA define un conjunto de medidas relacionadas con las estructuras sociales representadas por nodos y sus conexiones. A cada nodo se le pueden asociar atributos, y a cada conexión un peso y una dirección. En este contexto, se define el concepto de distancia como el número de saltos o conexiones que forman el camino más corto entre dos nodos. Una red puede estar formada por distintos tipos de nodos, lo que se denomina modos. Por ejemplo, un grafo donde se representan los recursos y estudiantes como nodos distintos, es una red bimodal. Usualmente, en el análisis de datos se utilizan redes de un solo modo.

Una alternativa práctica a la representación de los modelos de conexión es a través de una matriz de adyacencia, en la que cada valor representa el peso de la conexión. Si la red es no-direccional, dicha matriz es simétrica respecto a la diagonal. Si las conexiones no definen un peso, se conoce como dicotómicas. Otro procedimiento común en investigación es transformar un grafo dirigido a uno no-dirigido aplicando operadores como valor mínimo, máximo, promedio, etc., para igualar los valores dentro de la matriz (Reffay & Chanier 2003).

Las teorías matemáticas de grafos definen diversas métricas que caracterizan las redes. Sin embargo, su interpretación depende del escenario modelado, por lo cual los valores absolutos de estas métricas son difícilmente comparables entre distintos contextos (Laaat et al. 2007). En el campo de CSCL, las métricas SNA han sido utilizadas para la identificación de estudiantes aislados y la detección de roles (Thormann et al. 2013; McDonald & Noakes 2005; Reffay & Chanier 2003). Asimismo, permiten describir las estructuras sociales de los escenarios. Dichas estructuras ofrecen un indicador temprano del éxito de las experiencias educativas (Dawson & Heathcote 2010).

Nuestro enfoque particular a las métricas SNA consiste en incluir esta perspectiva temporal a la información. En este sentido, cada métrica se interpreta como función dependiente del tiempo. Con este enfoque pretendemos describir de mejor forma la dinámica del escenario y caracterizar el comportamiento de los estudiantes en las actividades.

#### 6.6.3.1 Métricas SNA

Podemos dividirlas en tres ámbitos: globales, cuando asignan un valor a toda la red; individuales, cuando se asigna un valor a cada nodo de la red; y de clúster, relacionadas con la formación de subestructuras, grupos o cliques. A continuación se resumen las métricas identificadas como relevantes para el análisis de experiencias educativas colaborativas (Claros, Cobos & Collazos 2015).

#### 6.6.3.2 Globales

- **Densidad:** indica el grado de conexión entre los nodos en la red. Se calcula como la proporción entre el número de enlaces del grafo sobre el número máximo posible. La densidad parece estar asociada a la velocidad de diseminación de la información y la actitud hacia la colaboración del grupo.
- **Centralización:** grado de dependencia o concentración de la red alrededor de su punto más valioso. Se calcula en función del grado de centralidad de cada nodo, que se introduce posteriormente. Un alto valor de centralización de la red indica que la interacción o información proviene de pocos nodos fuente, estos nodos desempeñan roles asociado al personal docente o los monitores. En contraste, un valor bajo indica una distribución regular del esfuerzo, y por tanto, una mejor actitud hacia la colaboración.
- **Inclusión:** número de nodos conectados en la red. Se calcula como la diferencia entre el total de nodos, menos el número de nodos aislados. Esta métrica es complementaria a la formación de clúster y facilita identificar la actitud de los estudiantes individualistas.
- **Reciprocidad:** es un índice de la simetría en las relaciones. Mide, entre cero y uno, el grado de proporcionalidad que existen entre las conexiones de entrada y salida para todos los nodos; es decir, la similitud entre un grafo dirigido y su versión no-dirigida.

#### 6.6.3.3 Individuales

- **Centralidad:** medida del poder o fuerza de un nodo en la red. Permite estudiar la homogeneidad de la población. Su valor está asociado con la visibilidad o control sobre la información de la red. Dicho valor es calculado a través de diversas aproximaciones, las principales son: grado, intermediación y cercanía. La centralidad por grado utiliza las conexiones directas del nodo con los demás. La centralidad por intermediación cuenta el número de veces que el nodo es parte del camino más corto entre los distintos nodos de la red. Finalmente, la centralidad por cercanía se basa en la distancia del nodo con el resto de nodos de la red, en este sentido, el nodo con menor distancia tiene mayor poder. La centralidad por grado y cercanía pueden calcularse teniendo en cuenta solo conexiones de entrada o salida, o ambas; esto no aplica para la intermediación. El estudio de la correlación entre las distintas medidas de centralidad en diversas

redes sociales corroboró que se tratan de medidas distintas de un concepto relacionado y por tanto cada una aporta una visión distinta del mismo fenómeno (Valente et al. 2008).

La centralidad por grado parece estar fuertemente relacionada con el desempeño del estudiante y su grado de satisfacción con el proceso de aprendizaje. Los nodos con mayor centralidad generalmente coinciden con los instructores. Por su parte, la centralidad por intermediación es un indicador de la capacidad de controlar la información por parte de un nodo. Un nodo con un valor alto, desempeña un rol de mediador o puente entre dos subgrupos de la red. Esta función corresponde usualmente a las figuras de líder o mediador que buscan fomentar la cohesión entre el grupo conectado sus contribuciones. Aunque las métricas de grado e intermediación se asemejan en su interpretación, tienen comportamientos muy distintos en la práctica, siendo la intermediación altamente sensible a la dinámica y estructura de la red (Claros, Cobos & Collazos 2015). Finalmente, la centralidad por cercanía parece estar asociada a la eficiencia e independencia del nodo. Un nodo con alto valor es capaz de transmitir y recibir información de forma más eficiente, ya que no recurre a nodos periféricos para ello, lo cual repercute en su desempeño.

#### 6.6.3.4 Clúster

- **Número de cliques:** Los cliques son subestructuras o grupos que se forman en la red. Se crean a partir de nodos fuertemente conectados entre sí. La detección de estos grupos requiere la definición de un número mínimo de enlaces o peso mínimo entre las conexiones. Estas subestructuras se caracteriza por tamaño y número de miembros. Los grupos o cliques son también denominados componentes de la red. Gran parte de la investigación en SNA es formular teorías que expliquen dichas estructuras. De acuerdo con la literatura, un escenario CSCL se caracteriza por cliques de pocos nodos, dado que son más fáciles de mantener y coordinar.
- **Cambio de propensión:** mide el grado de exploración de nuevos enlaces sociales por parte de un individuo. Para ello, consideran un periodo de tiempo sobre el cual evalúa la creación de nuevos enlaces o el cambio de peso entre estos. Esta métrica puede ser utilizada para estudiar la evolución de las relaciones sociales durante las experiencias.

### 6.7 Herramientas

Para finalizar este capítulo, se realiza una breve mención de algunas de las herramientas y paquetes software utilizados para la aplicación de este enfoque de análisis. El principal de ellos es R: un proyecto de código abierto que combina un lenguaje de programación con diversas librerías para análisis de datos, de las que cabe mencionar:

- `igraph` (<http://igraph.org/r/>): análisis de redes sociales.
- `ggplot2` (<http://docs.ggplot2.org>): creación de gráficos avanzados de datos.
- `e1071` (<http://cran.r-project.org/web/packages/e1071/index.html>): extiende los métodos estadísticos disponibles para R.

- corrgram (<http://cran.r-project.org/web/packages/corrgram/>): construye gráficos de correlación entre múltiples variables.

Finalmente, se exploraron paquetes como Weka (<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>) para minería de datos y Gephi (<http://gephi.github.io/>) para análisis de redes sociales. En las etapas finales de esta tesis, hemos combinado el lenguaje de programación Python (<http://python.org>) y las capacidades de la base de datos MongoDB (<http://mongodb.org>) para el cálculo de analíticas de aprendizaje sobre grandes volúmenes de datos.

# 7. Experimentación

*El desarrollo experimental de esta tesis aplica la metodología de estudio cualitativo de casos. Esta metodología propone la observación directa de los fenómenos en su propio contexto; permitiendo contrastar entre la opinión de los participantes y las medidas objetivas del escenario. En nuestro caso, este contraste aporta evidencias del impacto de los mecanismos propuestos sobre los fenómenos de interacción y aprendizaje. Para ello, se analizan los datos obtenidos a partir de tres indicadores: satisfacción, simetría y consenso, descritos en el capítulo 6.*

## 7.1 Introducción

El estudio cualitativo de casos es una metodología de investigación que facilita la exploración y el análisis de fenómenos complejos en sus propios contextos (Baxter et al. 2008). Este enfoque permite la construcción de una visión de la realidad desde una perspectiva social, sin desconocer la existencia de evidencias objetivas, medidas directamente de los escenarios. Su principal característica es la colaboración cercana entre el investigador y los participantes, lo que permite un mejor entendimiento de las acciones y eventos que ocurren en cada caso.

Esta metodología es adecuada para el estudio del fenómeno de la interactividad, por lo que nuestros casos de estudio son escenarios de aprendizaje reales. Estos casos se enmarcan en asignaturas de programas de formación en grado y postgrado de la Universidad Autónoma de Madrid - UAM (España) desarrollados entre los años 2011 y 2014. Los conceptos y procedimientos utilizados para el análisis de los casos son expuestos en el capítulo 6, en el que se definen los indicadores de: *satisfacción, simetría y consenso* medidos a partir de variables de *opinión, acción y evaluación*.

El resto de este capítulo se estructura de la siguiente forma: a continuación se describen dos tipos de casos de estudio y sus características particulares. Después, se desarrollan los resultados relacionados con los indicadores de interacción propuestos. Finalmente, se presentan otros resultados experimentales.

## 7.2 Casos de estudio

En esta tesis estudiamos dos tipos de casos, denominados: productor y consumidor. El primer tipo representa una comunidad que interactúa de forma colaborativa para construir objetos de aprendizaje multimedia-interactivos siguiendo las pautas del método propuesto en el capítulo 4. El segundo tipo representa un grupo de estudiantes que accede a objetos multimedia-interactivos previamente creados por el instructor como recursos de aprendizaje. A continuación se detallan las características de cada caso.

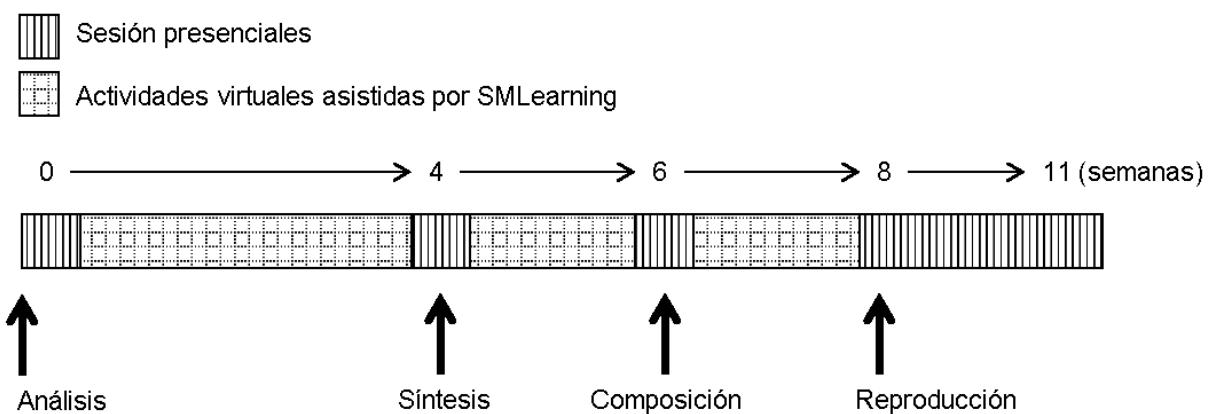
### 7.2.1 Tipo productor

Los casos de estudio de tipo productor se caracteriza por un número de participantes reducido (entre 6 y 11 estudiantes) y un tiempo de experiencia prolongado (11 semanas). Durante este tiempo, los estudiantes crean una comunidad que indaga, valora, comenta y estructura un conjunto de recursos (vídeos y documentos), con el

objetivo de crear sus propios objetos multimedia-interactivos. Estos objetos son finalmente socializados y discutidos frente a la comunidad.

Estas experiencias combinan actividades presenciales y virtuales. Cada fase del método es acompañado por sesiones presencial donde se reflexiona y evalúa el desempeño de la comunidad frente a las tareas, mientras que, el resto de la interacción es asistida a través del entorno SMLearning, expuesto en el capítulo 5.

La figura 7.1 presenta la planificación de actividades del primer caso de estudio de tipo productor. En éste, la fase de análisis se desarrolló en 4 semanas, las fases de síntesis y composición en 2 semanas cada una, y finalmente, la fase de consumo en 3 semanas.



*Figura 7.1 Planificación de actividades para el primer caso de estudio de tipo productor.*

Se desarrollaron tres experiencias de este tipo de casos, en los contextos de asignaturas de postgrado en la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la UAM en los cursos académicos 2011/2012, 2012/2013 y 2013/2014. Las guías, herramientas e instrumentos de captura de datos aplicados fueron equivalentes. No obstante, los resultados del primer caso de estudio motivaron introducir una modificación a la planificación de las experiencias, tal que se dividió en dos iteraciones cada una de las fases del método. Esta modificación pretendía aumentar la dinámica del proceso y reducir los efectos del desconocimiento sobre el entorno y el método en la percepción de los estudiantes. Para ello, se presume que después de una primera iteración, el estudiante está familiarizado con las herramientas y las tareas, reduciendo la carga cognitiva del proceso y permitiendo que se desarrolle una interacción más natural y fluida.

En los tres casos, los estudiantes provenían de distintas nacionalidades, pero mantenían un rango de edades similares. En los dos primeros casos participaron solo hombres, mientras que en el tercero hubo cuatro mujeres y siete hombres. Las temáticas tratadas durante todas las experiencias fueron similares: relacionadas con tecnologías web, redes sociales y sistemas groupware. La tabla 7.1 resume algunas características de los tres casos (P1, P2 y P3). La columna de observaciones señala algunas particularidades del grupo y la percepción general de los instructores sobre su desempeño y actitud frente a la colaboración.

*Tabla 7.1 Resumen de características de los casos de tipo productor.*

Caso	Curso Académico – Fechas de la experiencia	Estudiantes	Edad	Observaciones
P1	2011/2012 – 04oct2011 a 19dic2011	6	25-27	Desempeño: alto Colaboración: alta
P2	2012/2013 – 24ene2013 a 03may2013 2 iteraciones	9	22-44	Desempeño: medio Colaboración: baja
P3	2013/2014 – 18feb2014 a 06may2014 2 iteraciones	11	25-35	Desempeño: alto Colaboración: media Dos máster: - Profesional - Investigación

Con el propósito de ilustrar la dinámica de las experiencias, a continuación se desglosa la bitácora del primer caso de estudio. Dada su similitud, dichos detalles son omitidos para los demás casos. En el caso de P2, la experiencia tomó más de las 11 semanas debido al tiempo de receso relacionado con otras actividades de la asignatura y a un periodo vacacional.

#### 7.2.1.1 Bitácora para el caso de estudio productor-1 (P1)

Este caso fueron desarrollado entre el 4 de octubre a 19 de diciembre del año 2011. Durante estas fechas se realizaron cinco sesiones presenciales.

- **04/10/2011 - Primera sesión.** El instructor presentó una visión general del método y de los aspectos funcionales del entorno, dando inicio a la fase de análisis. Despues, acordó con los estudiantes unas cuotas mínimas de aportes para evaluar las actividades. Finalmente, se citó una próxima sesión para el día 8 de noviembre. Hasta entonces, los estudiantes debían trabajar de forma virtual, asistidos por SMLearning.
- **08/11/2011 - Segunda sesión.** El instructor presentó un balance de las actividades y expuso los detalles de la segunda fase (síntesis). A partir de los resultados de la fase anterior, se identificó un conjunto de subtemas en los que se debían organizar los recursos a través de las listas y etiquetas. A cada estudiante se asignan dos subtemas y se citó una nueva sesión para el día 28 de noviembre.
- **28/11/2011 - Tercera sesión.** El instructor realizó un balance de las actividades de la fase anterior y dio inicio a la fase de composición. Para ello, realizó una introducción a la herramienta de autoría y asignó de manera aleatoria dos subtemas a cada estudiante. Con estos, el estudiante debía desarrollar sus objetos multimedia-interactivos (GMAs). Se acordó una duración máxima de 10 minutos por composición y mínimo una pregunta como mecanismo de interactividad. Adicionalmente, cada guion debe ser acompañado de un informe.

Se programan dos fechas de entrega separadas por una semana. (Primera entrega: 08/12/2011; segunda entrega: 16/12/2011).

- **19/12/2011 - Cuarta sesión.** El instructor da inicio a la fase de consumo. Para ello, cada estudiante debe presentar y defender su composición frente a sus compañeros. Este proceso se repite durante dos sesiones presenciales adicionales.

Una vez finalizadas todas las fases del método, el instructor emite las calificaciones de la asignatura, y posteriormente, los estudiantes complementan sus encuestas de satisfacción.

La encuesta de satisfacción de tipo productor (Apéndice A) contiene 53 preguntas relacionadas con las variables de opinión descrita en el capítulo 6. Las respuestas de los participantes fueron codificadas mediante una escala Likert de 0 a 10 (10 valor máximo de acuerdo). Teniendo en cuenta la similitud del contexto en el cual se desarrollaron estos casos, las respuestas suministras en estas experiencias son analizadas en conjunto. En total se obtuvo 22 muestras, con un coeficiente Alpha de Cronbach de 0.98, lo que representa un alto grado con fiabilidad sobre el instrumento.

### 7.2.2 Tipo consumidor

Los casos de estudio de tipo consumidor se caracterizan por un número de participantes alto (132 estudiantes), con un tiempo de experiencia reducido (1 semana). Durante dicho tiempo, los estudiantes consumen e interactúan con objetos multimedia-interactivos creados previamente por los instructores. Dichos objetos fueron diseñados como material de apoyo a la asignatura Sistemas Informáticos I, de la EPS-UAM, en el año académico 2012/2013. Este proceso se realizó en paralelo con dos grupos de estudiantes que, dada su homogeneidad, son tratados como un único caso.

Para estas experiencias, se crearon dos GMA: el primero sobre bases de datos y el segundo sobre tecnologías web. Estos objetos estuvieron disponibles en SMLearning durante una semana. Como resultado, se obtuvo el registro de la interacción de los estudiantes con el material y su opinión a través de la encuesta de satisfacción del Apéndice B. Dicha encuesta corresponden a 20 preguntas con 132 muestras. Las respuestas de los participantes fueron codificadas mediante una escala Likert de 1 a 4 (4 valor máximo de acuerdo). El coeficiente Alfa de Cronbach para este instrumento es de 0.92, lo que sugiere un alto grado con fiabilidad del instrumento.

## 7.3 Análisis del indicador de satisfacción

En el capítulo 6 se expone que la satisfacción es una medida subjetiva de la calidad de la experiencia desde el punto de vista de los estudiantes. Por tanto, la primera fuente de información son las variables de opinión. Sin embargo, nuestras hipótesis señalan que dicha satisfacción debe estar relacionada con la interacción, por lo que la segunda etapa de nuestro análisis se centra en la búsqueda de evidencias sobre los efectos de la interacción en la satisfacción.

### 7.3.1 Medida de la satisfacción basada en variables de opinión

Para facilitar la interpretación de los resultados de las encuestas, los valores suministrados por los estudiantes fueron normalizados en función del valor máximo

definido en la escala Likert correspondiente a cada encuesta. Dichos valores fueron tratados como una variable numérica, por cuanto representan una medida cuantitativa sobre el grado de satisfacción respecto los factores que se indagan. Para cada variable se asigna el valor medio calculado a partir de un intervalo de confianza del 95%, calculado a través de la función `boxplot.stats` de R. Adicionalmente, las variables compuestas por otras variables incluyen el cálculo del índice de Guttman lambda 3 (o alpha de Cronbach), con el objetivo de estimar el grado de fiabilidad para la agrupación.

### 7.3.1.1 Casos de estudio de tipo productor

La figura 7.2 representa las variables y resultados obtenidos de los escenarios de tipo productor.

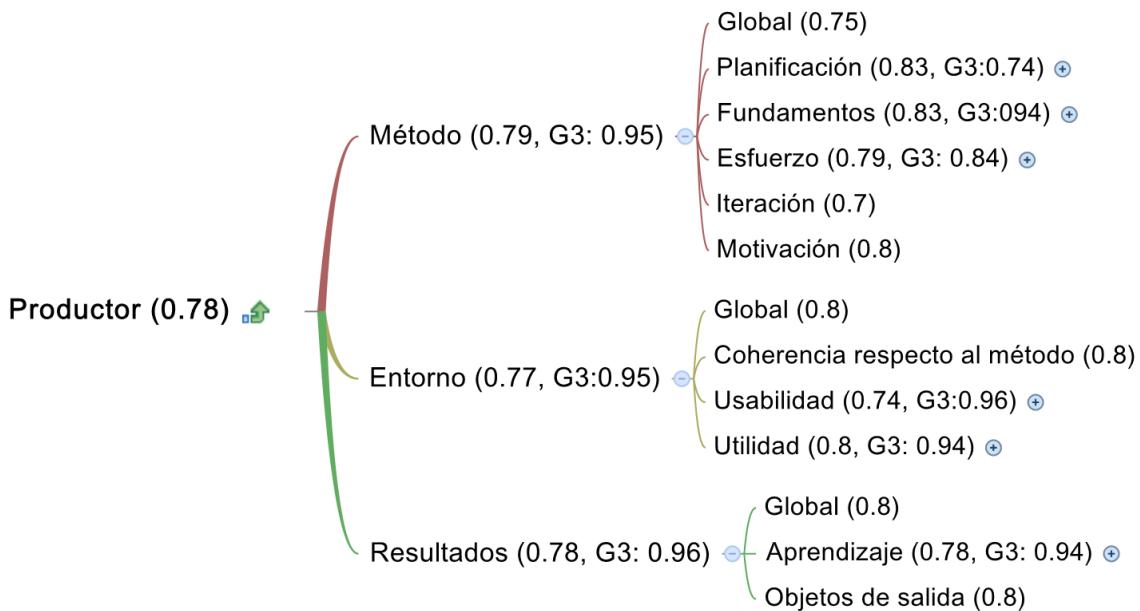
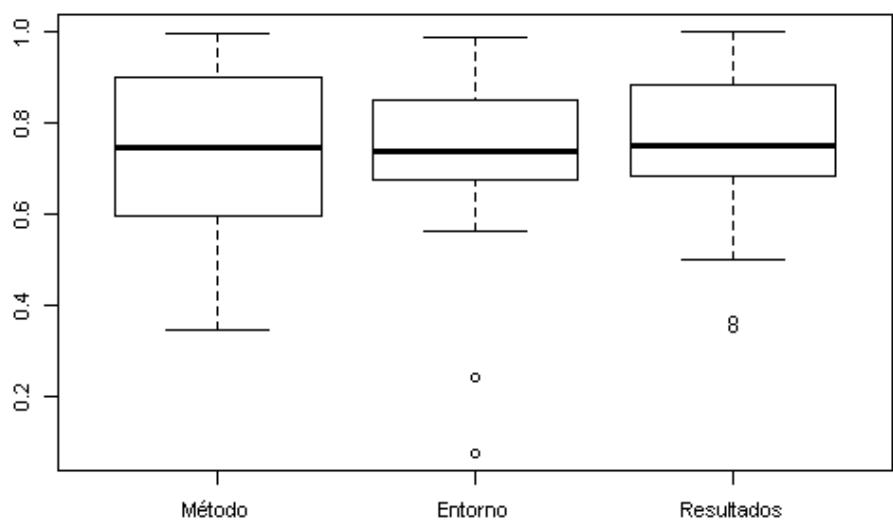


Figura 7.2. Resumen de variables y valores para los casos de estudio de tipo productor.

La medida general de la satisfacción de este tipo de casos es alta (0.78). Además, los tres elementos del escenario (método, entorno y resultados) fueron valorados en una escala similar, lo que representa experiencias de usuario satisfactorias en todos los aspectos. Además, resaltan los altos valores de fiabilidad alcanzados en cada caso. Esto significa que los distintos casos de estudio obtuvieron una percepción similar, y por tanto que los efectos del escenario persisten de una experiencia a otra. Particularmente, el factor de planificación, que no depende del modelo propuesto sino de la forma como se imparte, obtiene el índice de fiabilidad más bajo. Esto indica una mayor divergencia en la opinión respecto a este factor.

La figura 7.3 describe con más detalle las medidas para el método, entorno y resultados a través de un diagrama de cajas. Se observa que los valores medio (línea central oscura) tienden a una posición central dentro de las cajas, esto significa que el valor medio es similar a la mediana. Por otra parte, el entorno presenta el menor grado de dispersión sobre la medida, seguido por el elemento de resultados y finalmente el elemento de método. Esto significa que el método es el elemento más sensible a la percepción de los estudiantes, lo cual es consecuente con la naturaleza del elemento.

Mientras que, la percepción sobre el entorno resulta ser más objetiva y precisa. Los puntos por fuera de las cajas representan opiniones atípicas que no son representativas de la percepción general.



*Figura 7.3 Medida de satisfacción para los elementos del escenario*

A continuación se desglosa cada elemento para profundizar sobre los diferentes factores considerados en cada caso.

#### Método

La figura 7.4 presenta los valores obtenidos en estos factores asociados con el método. Como lo sugiere el índice de fiabilidad, la planificación es el factor con mayor dispersión sobre la medida. Recordemos que dicho factor incluye: coherencia entre la estrategia y los objetivos de la experiencia (0.8), la presencia docente (0.8) y el plan de entregas (0.75).

En cuanto al esfuerzo, las tareas de indexación e interacción por comentarios fueron equivalentes (0.8). Mientras que, resalta un menor valor para la tarea de valoración (0.7), y mayor para las tareas de composición (0.9). En general, los estudiantes estiman que el esfuerzo sobre las actividades fue compensado por el aprendizaje logrado (0.75).

Por su parte, los factores de fundamentos y motivación aportan evidencias directas del cumplimiento de los objetivos de esta tesis. El factor de fundamentos indaga respecto a los beneficios del proceso de aprendizaje centrado en recursos multimedia (0.8) y la interactividad (0.8). De acuerdo con los estudiantes, los recursos educativos soportados por el formato propuesto (0.85) fomentaron un alto grado de motivación (0.8) y el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico. Por lo tanto, el formato propuesto es apropiado para asistir objetos de aprendizaje (0.85).

Finalmente, el factor de iteración presenta el valor más bajo del método. Al profundizar sobre este hecho, algunos estudiantes destacan el beneficio de repetir las fases del método utilizando argumentos similares a los expuestos en esta tesis: la familiaridad con las tareas y las herramientas facilitaba llevarlas a cabo. En contraste, otros

estudiantes argumentaron que resultaba monótono repetir el procedimiento y por tanto penalizaron el factor.

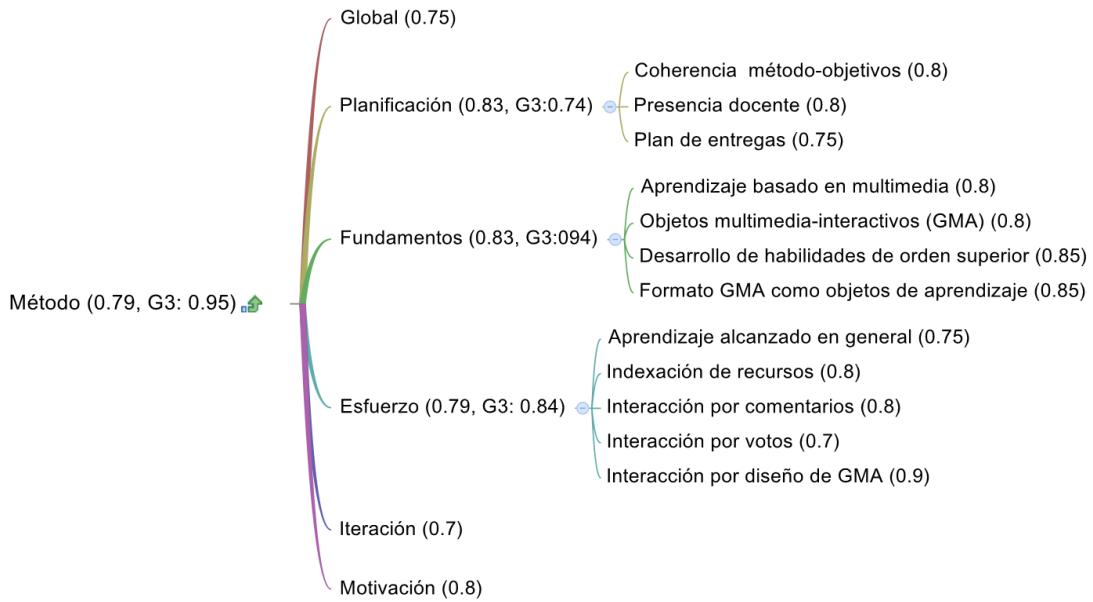


Figura 7.4. Factores del método medidos a partir de las variables de opinión

### Entorno

La figura 7.5 presenta las variables de opinión registradas para el entorno. La percepción global de la satisfacción sobre el entorno es alta (0.8). Mientras que la usabilidad, discriminada por los distintos aspectos, es la variable de menor satisfacción (0.71). En cualquier caso, los estudiantes consideran que los servicios del entorno son consistente con las tareas y objetivos propuestos en el método (0.8).

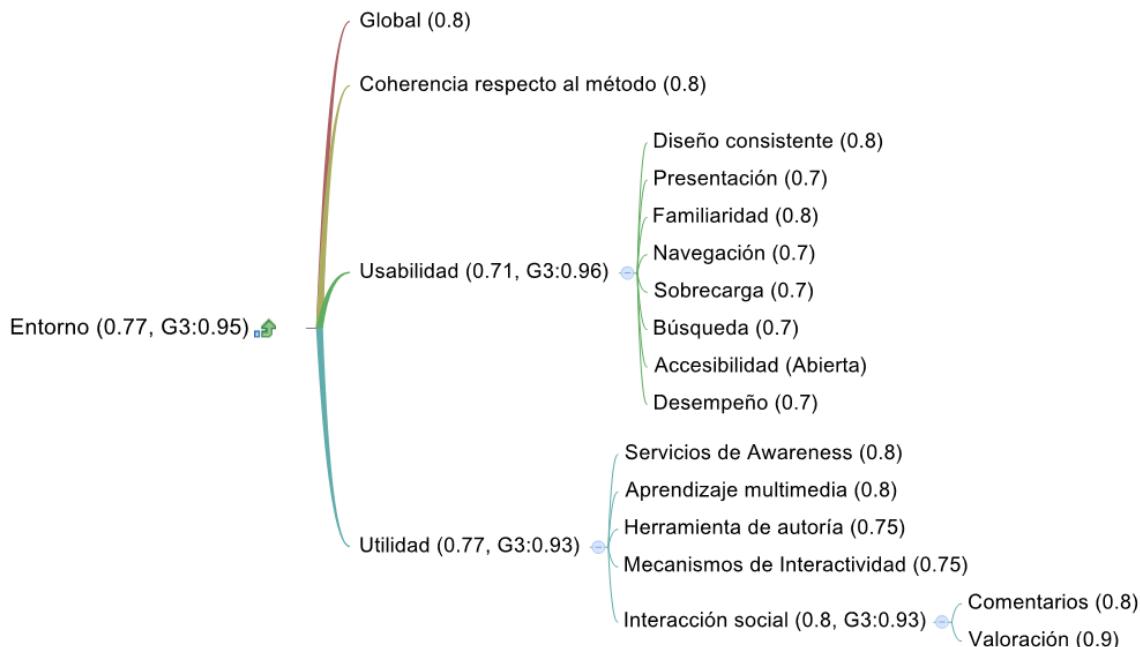


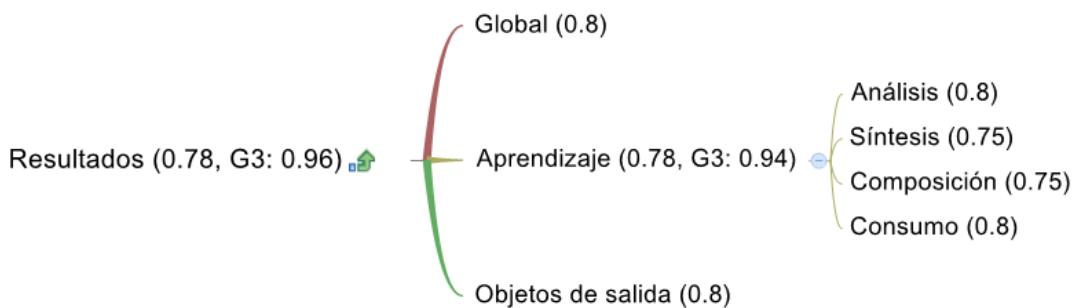
Figura 7.5. Variables de opinión registradas para el entorno

Por otra parte, la utilidad considera diversos factores, entre los que se encuentran los servicios de Awareness. Dichos servicios son una característica representativa de los entornos de asistencia a la colaboración (Cobos et al. 2009; Claros et al. 2011). En este sentido, deben contribuir en la creación de una percepción de grupo o comunidad, que permita a los individuos orientar sus acciones hacia los objetivos comunes. En nuestro caso, la interfaz principal del servicio de Awareness es la vista de comunidad, en la que quedan representadas las distintas acciones y aportes de los individuos. Esta vista impacta positivamente en la percepción de los estudiantes sobre el entorno considerando que es útil para su aprendizaje (0.8).

Asimismo, la utilidad indaga por el impacto de la multimedia-interactiva (0.8), y los mecanismos de autoría (0.75), interactividad (0.75) e interacción social (0.8). En este último aspecto, los estudiantes perciben una alta utilidad en el mecanismo de valoración (0.9). Al parecer este mecanismo permite de una forma sencilla trasladar la opinión de los estudiantes sobre los recursos, lo que se convierte en una estrategia de filtrado colaborativo depura la calidad de los aportes. A partir de la similitud y el alto valor en las medidas de utilidad asociadas a los distintos mecanismos, se puede establecer que el método ofrece una alternativa coherente y útil para configurar un escenario de aprendizaje activo.

## Resultados

La figura 7.6 presenta los valores obtenidos de estos factores relacionados con los resultados. Estos se dividen en: global (0.8), en consideración al aprendizaje (0.78), y en consideración a la calidad de los objetos generados (0.8). En particular, el aprendizaje se divide en cada fase del método, donde se observa en general medidas altas, con una leve superioridad de las fases de análisis y consumo (0.8).



*Figura 7.6. Factor de Aprendizaje y Salida de los Resultados*

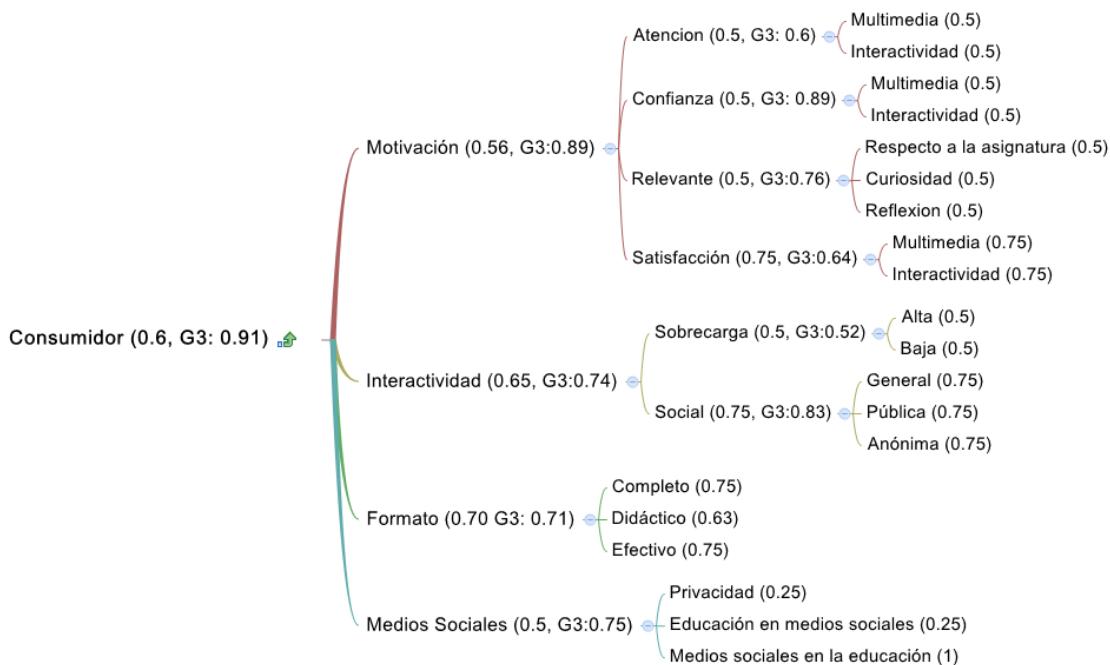
Por otra parte, el factor de satisfacción respecto a la calidad de los objetos de salida presenta el mayor grado de dispersión. Este hecho puede ser consecuencia de la diferencia significativa de calidad entre los entregables de la primera y segunda iteración del método. Esto concuerda con el desarrollo de destrezas en las tareas que permitía a los estudiantes mejorar sus resultados. En esta línea, la fase de composición presenta un alto grado de dispersión asociado con el esfuerzo adicional que supone crear el GMA y su respectivo informe. Sin embargo, todos reconocían su utilidad como actividad de aprendizaje.

Finalmente, un alto valor en la fase de consumo (0.8) concuerda con las teorías de aprendizaje activo, en donde se combinan los beneficios de la interacción social y de la

apropiación de los contenidos por parte de los estudiantes. De acuerdo con nuestras tesis, los objetos de salida toman mayor valor en la interacción social como consecuencia de ser creados por los propios estudiantes. Este hecho conlleva una interacción indirecta con el autor quien traslada las críticas sobre el objeto como propias. En consecuencia, el autor se muestra más atento y reflexivo, asumiendo una posición defensiva de su objeto. Esta dinámica parece impactar positivamente sobre el proceso de aprendizaje.

### 7.3.1.2 Casos de estudio de tipo consumidor

En este tipo de casos, los estudiantes interactúan con recursos previamente creados por los instructores. La hipótesis es que el formato de los GMA asiste adecuadamente la interactividad y fomentar la motivación por el aprendizaje. La figura 7.7 presenta el resumen de resultados sobre las variables indagadas en estos escenarios.



*Figura 7.7 Resultados de la encuesta de satisfacción para los casos de tipo consumidor.*

Una primera observación es que en general los valores obtenidos son inferiores respectos a los casos de tipo productor. En este hecho influyen dos posibles razones: primero, la escala Likert de la encuesta era de cuatro niveles, por lo que al normalizar las variables, se obtiene una dispersión muy alta que perjudica la precisión de la medida. De esto se concluye la escala Likert con pocos niveles no es apropiada para medir la opinión de los estudiantes. La segunda razón es la carencia de apropiación de los estudiantes sobre los recursos que permite evaluarlos con mayor rigurosidad. A través de comentarios, algunos estudiantes manifestaron estar plenamente de acuerdo con incluir nuevos recursos en la asignatura, mientras que otros lo señalaron como carga adicional no deseada. Sin embargo, la satisfacción global supera el 60%.

## Motivación

Respecto a la motivación, no hay una preferencia entre los aspectos multimedia o los mecanismos de interactividad. Es decir, ambos elementos son complementarios de una buena experiencia. Este hecho es rectificado por el alto valor de satisfacción (0.75) respecto a la inclusión de ambos dentro de los recursos.

## Interactividad

Por su parte, en la interactividad se indaga por los aspectos de sobrecarga e interacción social. Para el primero, se contrasta un recurso con baja interactividad (basado en eventos de ratón que animan una explicación) con otro de alta interactividad (un simulador de una consola SQL donde los estudiantes debían realizar una consulta para obtener la respuesta a una de las preguntas del recurso). El valor de ambos es equivalente (0.5), sin embargo, el test de correlación de Pearson ( $p\text{-value}<0.05$ ) muestra una baja correlación entre ambas medidas (0.35). Esto significa que hay dos grupos de estudiantes: lo que prefieren los recursos más dinámicos y complejos, y aquellos que prefieren un uso didáctico e ilustrativo de la interactividad (con baja interacción).

Sin embargo, hay un claro reconocimiento del valor de los mecanismos de la interacción social como parte de los recursos educativos. En este caso, al contrastar los mecanismos de interacción social anónima (valoración) y pública (comentarios) la correlación entre ambas medias alcanza un valor de 0.67 ( $p\text{-value}<0.05$ ), lo que significa que no hay una preferencia absoluta entre una interacción anónima (0.75) o pública (0.75).

## Formato

La percepción sobre el formato multimedia-interactivo considera tres aspectos: si es completo (0.75), es decir, si cumple con la expectativa de un recurso de aprendizaje interactivo; si es didáctico (0.63), porque capta la atención y fomenta la motivación por el aprendizaje; finalmente si es efectivo (0.75) al momento de comunicar el contenido. Los valores obtenidos reflejan que el formato propuesto en esta tesis cumple con las características citadas.

## Medios sociales

Finalmente, se evaluó la implicación de los medios sociales dentro del proceso de aprendizaje. La primera variable indaga sobre la privacidad de la información. En este caso se preguntó si la integración de los servicios educativos como parte de las redes sociales personales afectaba su intimidad. A pesar de que SMLearning no hace uso de ninguna información personal que no sea por defecto pública (nombre y foto de perfil), los estudiantes del tipo de caso consumidor lo consideraron intrusivo. En contraste, estuvieron plenamente de acuerdo en extender las plataformas LMS con un modelo de servicios sociales.

En contraste, los estudiantes del tipo de caso productor consideraron que era útil y aceptable realizar la integración con su red social personal. En particular, reconocieron que el servicio de notificaciones fomentó la interacción con el entorno facilitó aportar comentarios y valoraciones a los aportes de sus compañeros.

### 7.3.2 Medida de la satisfacción basada en las variables de acción

De acuerdo con las hipótesis experimentales planteadas, se deben encontrar evidencias significativas de que a mayor implicación de un estudiante en las actividades, mayor es su grado de satisfacción, por cuanto encuentra compensación a su esfuerzo. Sin embargo, ésta implicación depende de la actitud y comportamiento del estudiante, tal que, una distribución más eficiente del esfuerzo conlleva a mayor beneficio en el escenario. Para buscar tales evidencias, el apartado 6.5.1.1 propone aplicar dos medidas de eficiencia: la correlación entre tiempo y número de acciones y el grado de dispersión de las acciones durante las experiencias. Estas medidas fueron aplicadas a las variables de acción y después correlacionadas con las variables de opinión, para lo cual se utilizó el registro de eventos (logs) del sistema (ver Apéndice C).

La figura 7.8 presenta la distribución del tiempo de sesión y número de acciones promedio de los estudiantes para cada día de los casos P1, P2 y P3. El promedio de trabajo en todos los casos fue de 11 semanas, ver tabla 7.1. En el caso de P2 este tiempo es superior porque incluye un receso vacacional y otras actividades relacionadas con la asignatura. La diferencia en el rango de fechas entre el caso P1 y los casos P2/P3 se debe a que P1 fue realizado en el segundo semestre del año académico, mientras que los otros dos fueron desarrollados en los primeros semestres de los respectivos años.

Las líneas punteadas verticales de los gráficos de la figura 7.8 representan los distintos hitos de entregas o sesiones de control. Para cada caso de tipo productor se ha calculado la correlación entre el tiempo total de sesión de cada día y el número de acciones registradas por el grupo. En este caso se observa un valor equivalente entre P1 (0.84) y P2 (0.85), mientras que P3 obtiene el máximo valor (0.95). Por otra parte, los valores de desviación estándar (SD) de P2 (Tiempo: 0.18, Acciones: 0.16), son menores que P1 (Tiempo: 0.20, Acciones: 0.18) y P3 (Tiempo: 0.23, Acciones: 0.20), lo que indica una distribución más regular del esfuerzo durante la experiencia. No obstante, los estudiantes de P1 interactuaron más días en proporción a la duración total de la experiencia.

La variable puntos, descrita en la apartado 6.4.2.2, representa la conversión de las acciones en el aporte aparente de cada individuo al grupo. La figura 7.9 muestra el valor de la variable puntos calculada para P1. La línea continua representa el valor promedio, mientras que la línea segmentada el valor de la desviación estándar entre los puntos del grupo para cada día. Se ha calculado la regresión lineal del valor promedio, representado por la línea recta. Como resultado se observa una alta linealidad de la variable puntos a lo largo del tiempo. Dicha afirmación es soportada por un coeficiente  $R^2 = 0.93$  ( $p\text{-value}<0.01$ ). Esta misma observación se repite para P2 y P3. Por otra parte, el valor de la desviación estándar fluctúa levemente durante la experiencia. Primero alcanza un valor máximo en etapas tempranas, pero luego se mantiene casi constante. El comportamiento de la desviación es coherente con las teorías sociales que señalan que los miembros de un grupo tienden a mantenerse cerca a sus compañeros, es decir, los estudiantes reaccionan al esfuerzo de sus compañeros, tratando de reducir la brecha de puntos que los distingue.

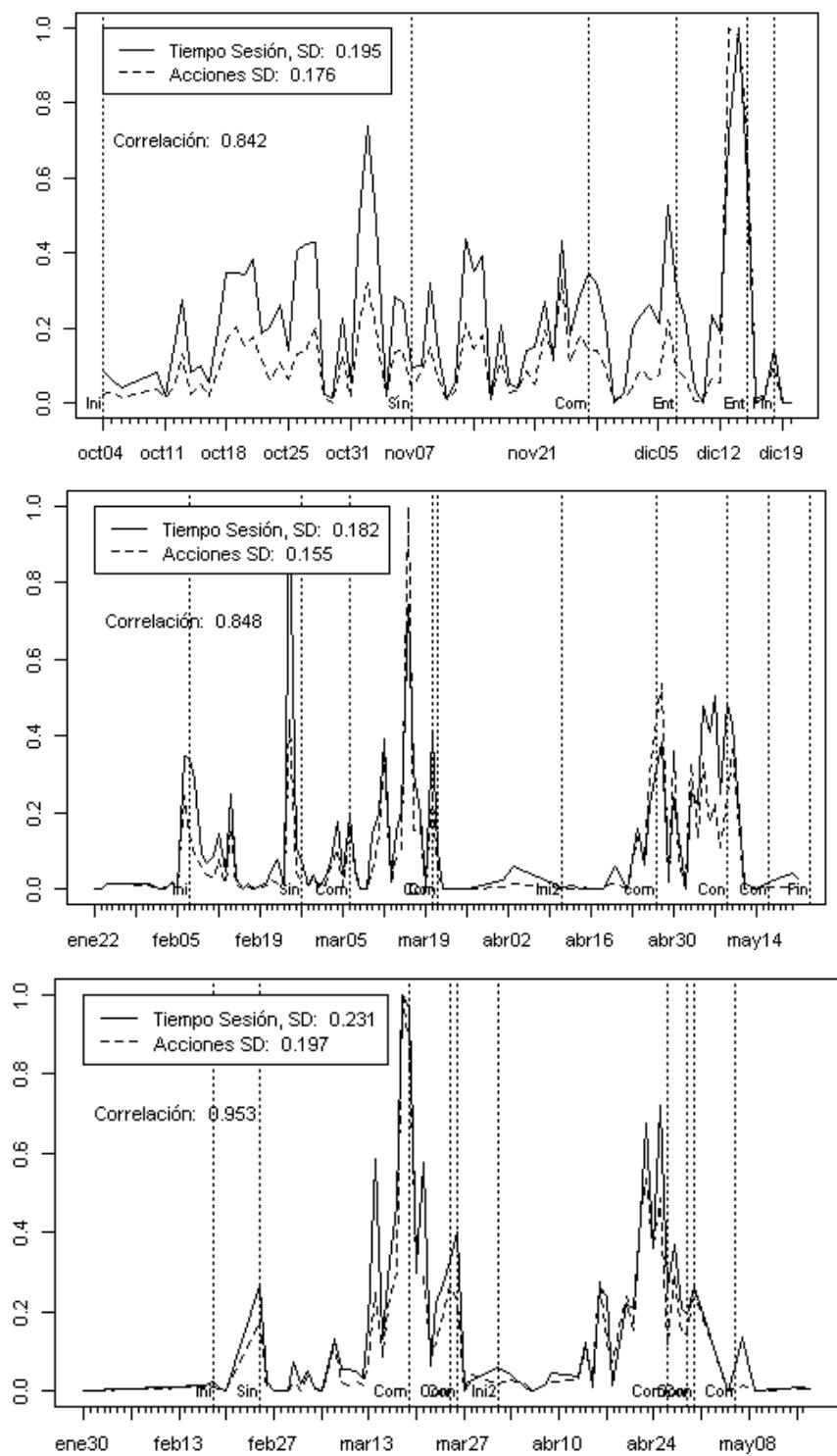
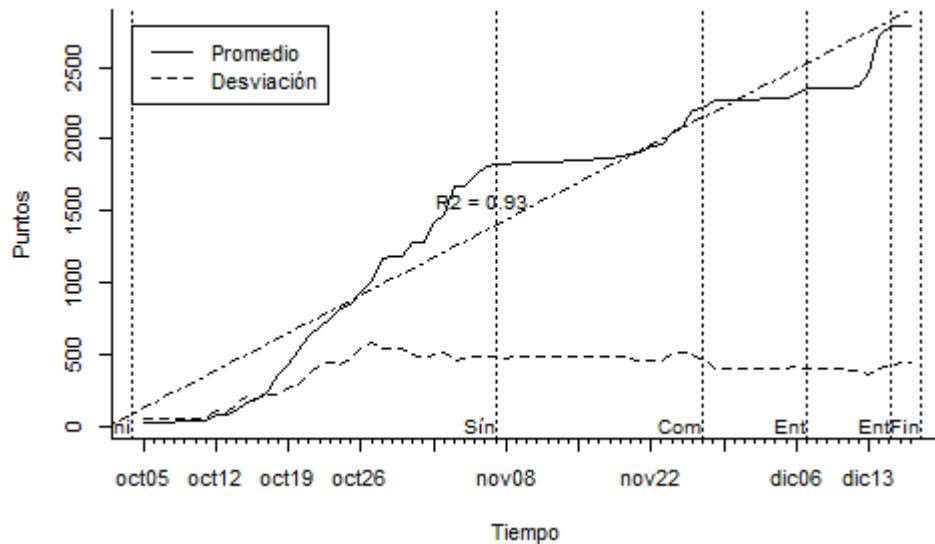
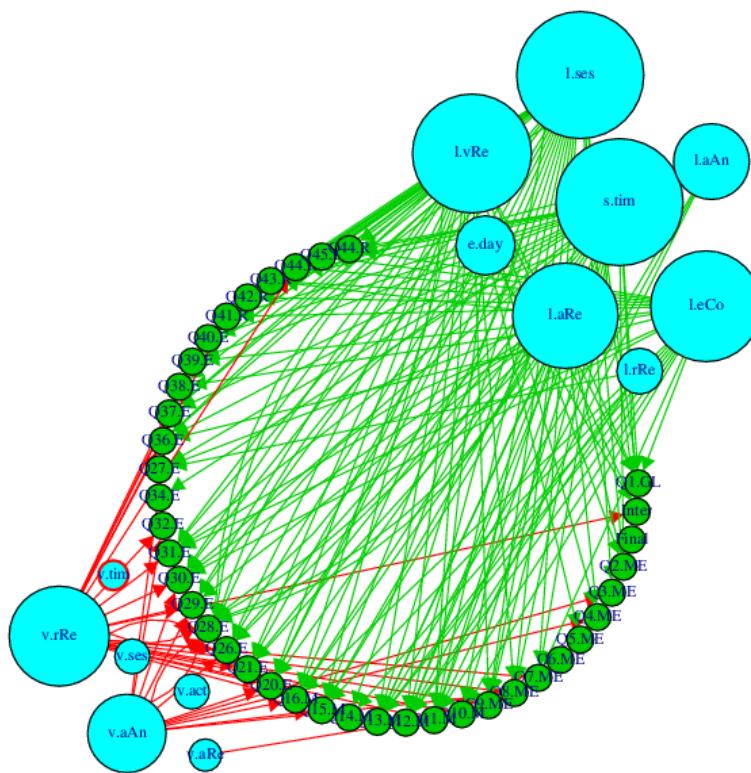


Figura 7.8. Distribución del tiempo de sesión y número de acciones para los casos de tipo productores (de arriba abajo: P1, P2 y P3).



*Figura 7.9. Variable puntos para el caso de estudio P1*

Sin embargo, para encontrar evidencias sobre los efectos de la interacción en el aprendizaje, es necesario hacer un análisis comparativo entre las percepciones y acciones de cada estudiante. Para ello, se utilizó el test de correlación Pearson entre las medidas de la satisfacción y las variables de acción.



*Figura 7.10. Relaciones encontradas entre variables de acción y opinión.*

La figura 7.10 ilustra la tendencia de las relaciones a centralizarse en un conjunto reducido de variables de acción. Sin embargo, en total se identificaron 175 valores

estadísticamente significativos que relacionan distintas variables de acción (azul) con variables de opinión (verde). El tamaño de cada nodo en el grafo es proporcional al número de variables de opinión con que se relaciona. Las líneas de conexión de color verde representan una correlación positiva, mientras que las líneas de conexión de color rojo una correlación negativa. La lista completa de resultados se encuentra en el Apéndice D.

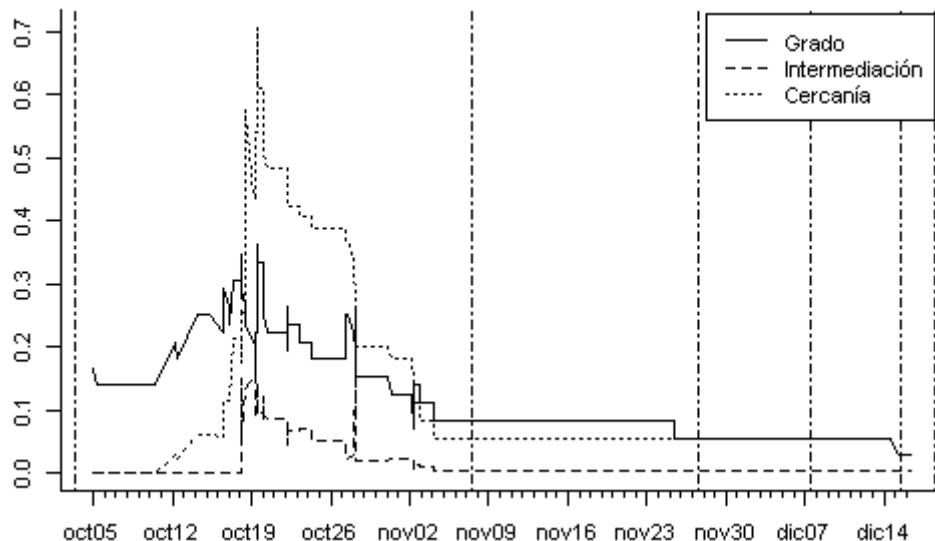
Se observa que existe un mayor número de variables de acción que correlacionan positivamente con las variables de opinión. Entre dichas variables se destacan: el número total de sesiones (l.ses), tiempo total de trabajo en la plataforma (s.time) y número total de valoraciones a recursos (l.vRe). Por otra parte, entre las variables que correlacionan negativamente se destacan distintos tipos de varianza, por ejemplo, calculada a partir del número de acciones de valoración (v.rRe) y comentarios (v.aAn) por día en la experiencia. El análisis de estas relaciones se discute en el capítulo 8.

### 7.3.3 Medida de satisfacción basada en la evaluación

Desde el punto de vista de los instructores, éstos manifestaron una alta satisfacción respecto al método y entorno propuestos. Asimismo, contribuyeron con diferentes recomendaciones que fueron tenidas en cuenta en los aspectos funcionales y metodológicos de las experiencias. Respecto a la calificación final, se aplicó la misma estrategia de comparar las acciones de opinión y acción con dos valores de calificación: el primero sobre la experiencia asistida en el entorno y la calificación final de la asignatura. Respecto a la primera, se observó una alta correlación con el tiempo total, la métrica de eficiencia acciones-tiempo, número total de sesiones y número total de vídeos visitados; mientras que la varianza de votos correlaciona negativamente. Por otra parte, la calificación final correlaciona positivamente con el número total de votos y videos aportados.

## 7.4 Análisis del indicador de simetría

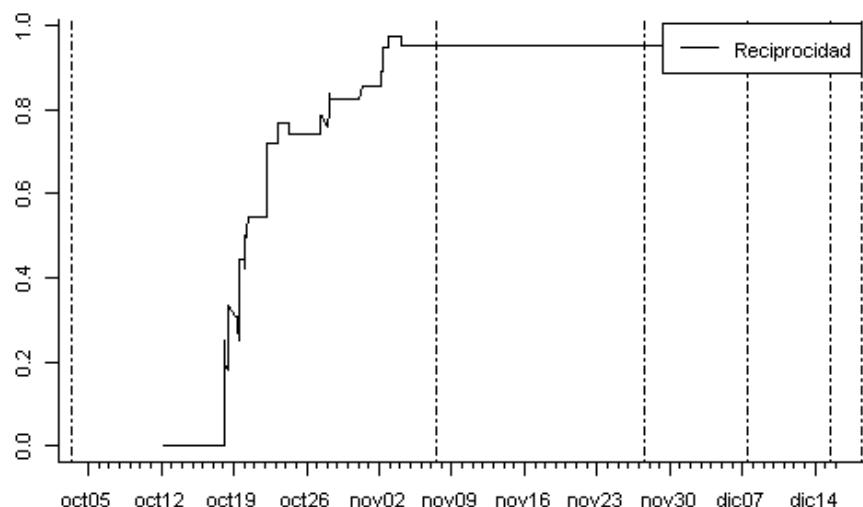
El análisis de la simetría es el resultado de aplicar métricas SNA a las redes formadas durante la interacción a través de los comentarios y valoraciones. Para ello, se crea una matriz de adyacencia para cada día de la experiencia y sobre dicha red se aplica la respectiva métrica. La figura 7.11 presenta el resultado de aplicar este enfoque al caso de estudio P1.



*Figura 7.11. Métricas de centralidad de arado. intermediación v cercanía aplicadas*

Las líneas punteadas verticales representan las sesiones presenciales de control. De acuerdo con nuestro marco de análisis, un alto grado de centralidad es una característica poco deseable para los grupos de trabajo, ya que implica una concentración de la interacción en un conjunto reducido de individuos. Los valores expresados en la figura 7.11 reflejan un rápido crecimiento de la centralidad sobre la fase de análisis del método. Después, las métricas decaen, con pequeñas variaciones en días puntuales. Este comportamiento es representativo de una actitud general del grupo por una participación equitativa de todos los miembros del grupo, aportando un indicio de colaboración.

Por otra parte, esta tesis ha propuesto como condición para la simetría un alto valor de la métrica de reciprocidad en las acciones (dar-y-recibir). La figura 7.12 presenta el valor calculado de dicha métrica para P1. Se observa que el valor fluctúa inicialmente pero después alcanza un valor estable al final de fase de análisis. Este dato coincide con la caída en la medida de centralidad presentada en la figura 7.11.



*Figura 7.12. Métrica de reciprocidad para P1.*

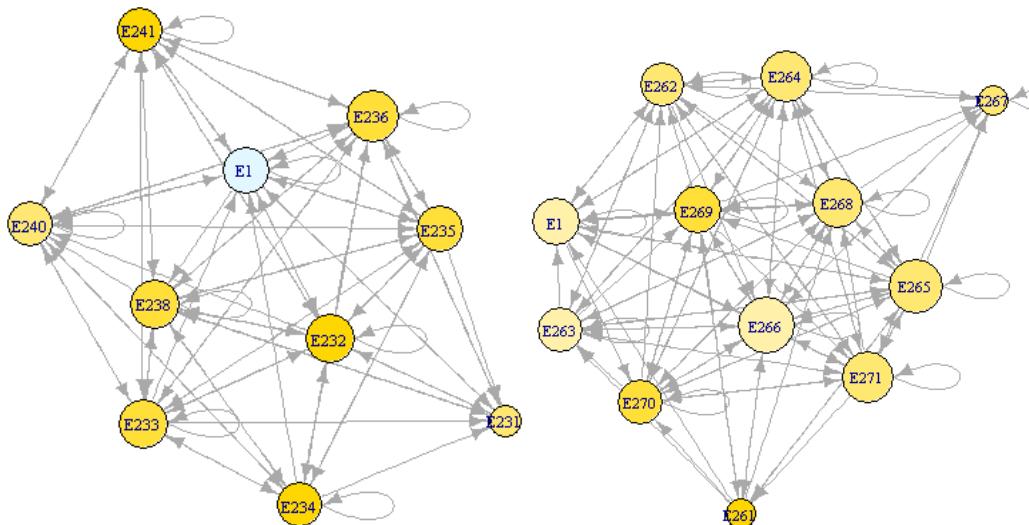
Estas evidencias son coherentes con una actitud colaborativa y por tanto constituyen una mediada que permite comparar los distintos casos de estudio. La tabla 7.2 resume el cálculo del indicador de simetría para los tres casos. La métrica de reciprocidad ( $R$ ) se presenta en un intervalo de confianza del 95%, al igual que las métricas de Centralización de Grado ( $C$ ). La última columna presenta la correlación entre la Centralización de Grado calculada utilizando las entradas y salidas.

*Tabla 7.2 Cálculo del Indicador de Simetría*

Caso	Total Comentarios	Reciprocidad ( $R$ )	Centralización de grado ( $C$ )	Simetría: $(R+1-C)/2$	Cor. E/S
P1	303	[0.84, 0.89]	[0.13, 0.15]	0.87	0.85
P2	355	[0.74, 0.79]	[0.20, 0.22]	0.78	0.69
P3	436	[0.69, 0.69]	[0.27, 0.28]	0.71	-0.43

De acuerdo el valor de la simetría, existen indicios de una alta actitud hacia la colaboración por parte de P1, seguidos de P2 y finalmente P3. Esta medida coincide parcialmente con la percepción de los instructores propuesta para cada grupo en la tabla 7.1. En dicha tabla se señalaba un alto grado de compromiso y actitud por parte de P1, seguido de P3 y finalmente P2. Para entender esta diferencia, vamos a comparar P2 y P3 en diversos aspectos.

Primero, es necesario observar la relación entre la métrica de centralidad de grado discriminada por entradas y salidas para cada individuo. La figura 7.13 representa el estado de la red social formada para P2 y P3. El tamaño de cada nodo es proporcional a su grado de centralidad, mientras que el color identifica si los estudiantes tienden a aportar (azul) o recibir (amarillo); aquellos estudiantes que encontraron un punto de equilibrio tienden a un color blanco.



*Figura 7.13. Comparación entre las redes de P2 (izquierda) y P3 (derecha).*

La medida de centralidad muestra que la red formada por P3 tiende a valores más extremos que la red P2, sin embargo, también tiende a una mayor reciprocidad en sus

nodos. No obstante, se debe recordar que este grafo representa el estado final del caso y por tanto no representa su evolución temporal. Finalmente, la métrica del número de clústeres aporta pistas para entender dicha situación.

La figura 7.14 y 7.15 presentan el número de clústeres para P2 y P3, respectivamente. En ella se observa que P3 estuvo más tiempo disgregada (representada por un mayor número de cliques o subgrupos). Fue a mitad de la experiencia que la red se comporta como un solo gran grupo. Por tanto, la fusión entre los subgrupos alteró la topología de la red y sus características.

La disgregación de P3 en subgrupos fue advertida por los instructores y es consecuencia de que los estudiantes provenían de dos máster distintos, uno de investigación y el otro profesional.

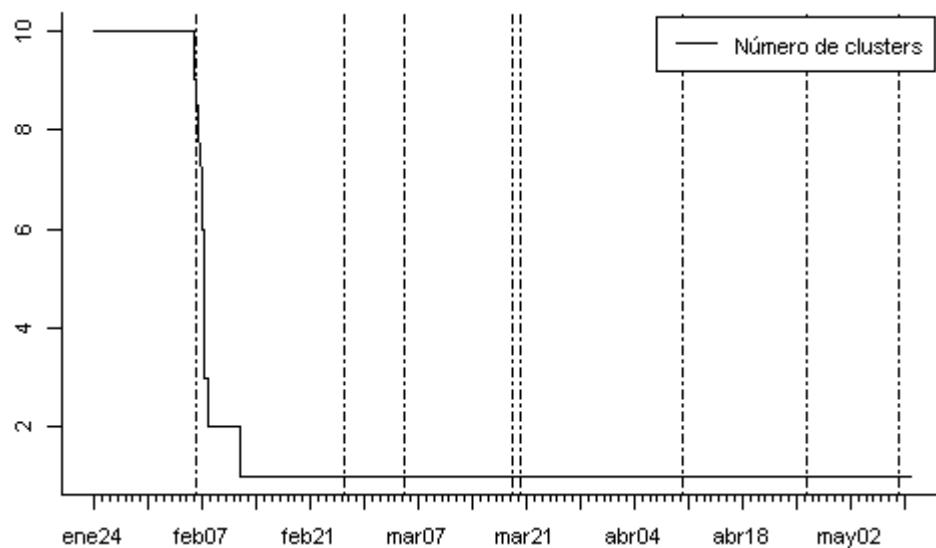


Figura 7.14. Número de clústeres para P2 en función del tiempo.

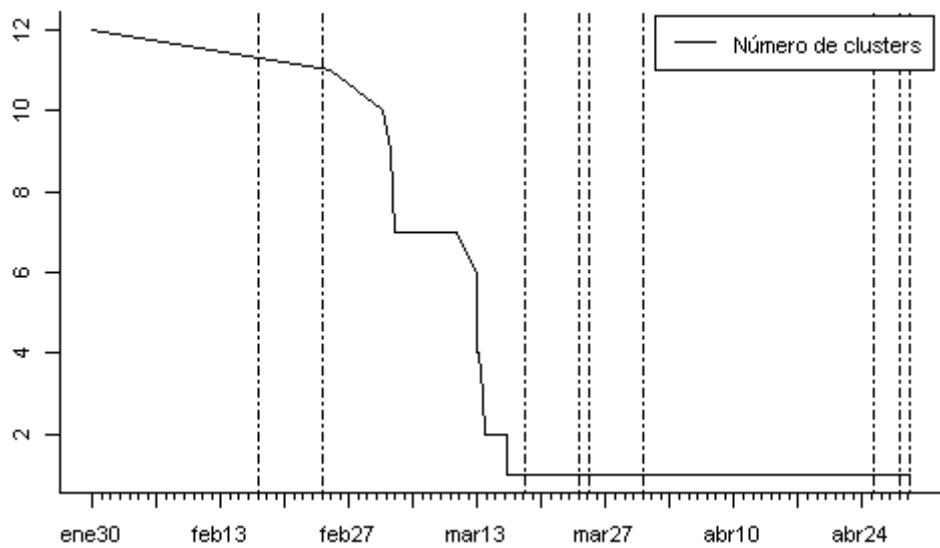


Figura 7.15. Número de clústeres para P3 en función del tiempo.

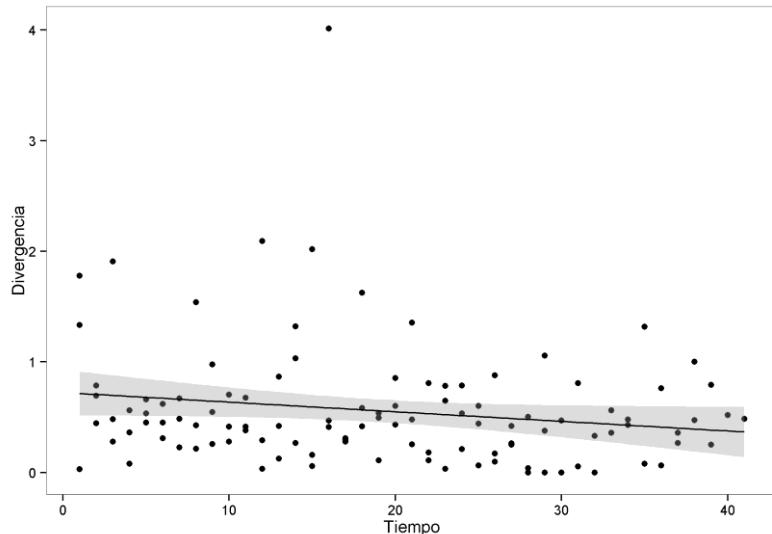
## 7.5 Análisis del indicador de consenso

El indicador de *consenso* se construye a partir del análisis de la interacción generada a través del mecanismo de votación. Dicha interacción representa conexiones anónimas entre los estudiantes a través de la valoración a los recursos. Para ello utilizamos dos fuentes: primero, el detalle de todas las acciones de valoración registradas en el entorno; segundo, la reconstrucción temporal de las matrices de adyacencia que representan la red social formada a través de la acción.

De acuerdo con nuestra teoría, la interacción efectiva crea una conciencia compartida sobre las características de calidad esperadas sobre un recurso, que modela los criterios de evaluación y aumenta la precisión del grupo en la tarea de valoración. Para demostrar este hecho, se mide la divergencia como el error típico cometido por cada individuo respecto al valor medio que alcanzó finalmente el recurso. Es decir:

$$\text{Divergencia} = (\text{Valoración} - \text{Valor Medio del Recurso})^2$$

La figura 7.15 combina los datos de la divergencia estimada para los tres casos medidas a través de los días de experiencia. Sobre ella, calculamos un modelo de regresión lineal que muestra una leve decadencia (pendiente:-0.01, p-values: 0.06). Este resultado refleja parcialmente la validez de la teoría pero no alcanza un nivel de significancia suficiente.



*Figura 7.16. Puntos de divergencia (Error típico) para los tres casos.*

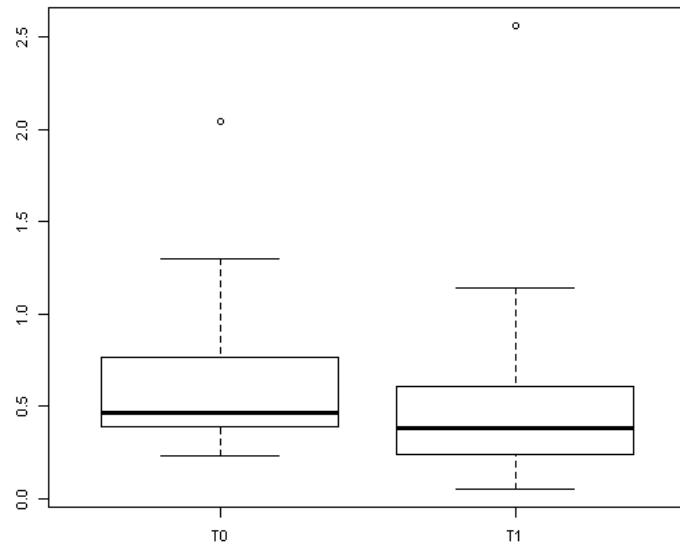
Como segunda estrategia dividimos cada escenario en dos periodos de tiempo equivalentes (T0 y T1). En el caso de P2 y P3 esta división coincide con las iteraciones 1 y 2 del modelo. Calculamos el valor medio del error cometido por cada individuo para cada periodo y lo sometimos a la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon (Wilcoxon 1946). Dicha prueba nos permite establecer si existen diferencias significativas en el error cometido por los individuos para dos periodos.

La tabla 7.4 presenta el resumen del cálculo del indicador de consenso para los tres escenarios. En general, las muestras aisladas de cada caso no son suficientes para demostrar diferencias significativas entre la variación de T0 a T1. Por tanto, es necesario combinar las muestras de cada caso para aumentar el índice de confiabilidad de la prueba. La prueba fue aplicada a 28 muestras pareadas de donde se obtuvo un valor de p-value < 0.001.

*Tabla 7.3 Cálculo del Indicador de Consenso*

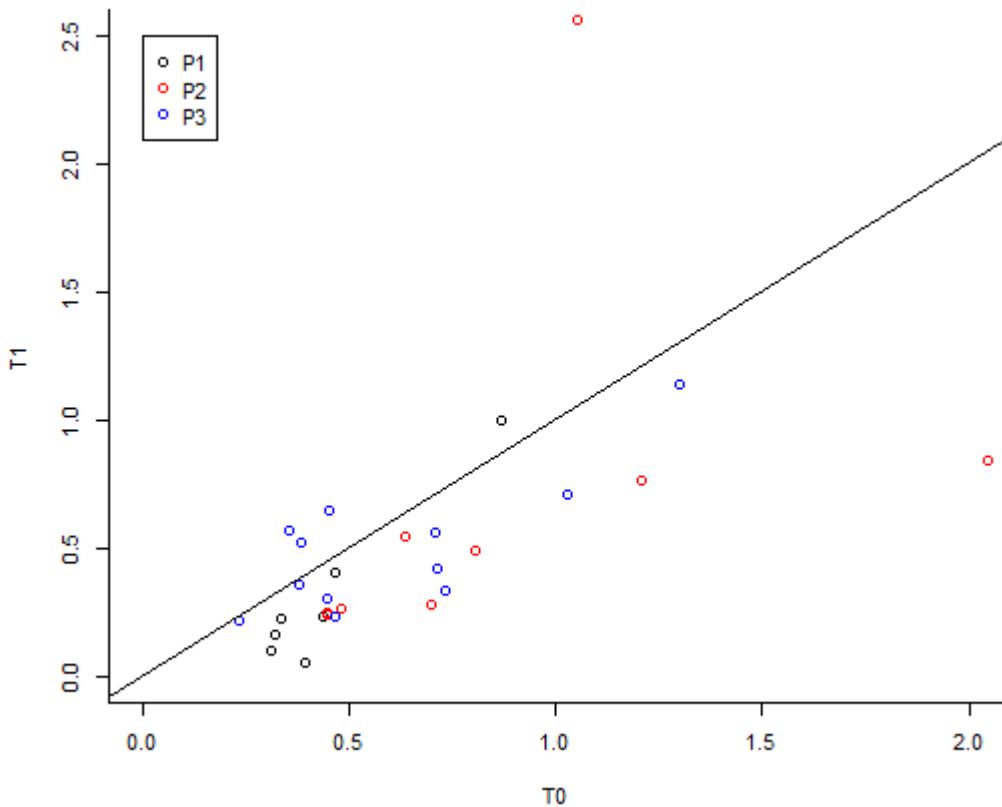
Caso	Total Votos	Wilcoxon p-value	T1-T0	Consenso
P1	450	0.04	0.16	0.01
P2	403	0.06	0.21	0.02
P3	1403	0.06	-0.01	0.00

De acuerdo con la prueba estadística, se concluye que existen diferencias significativas entre la divergencia media en t0 y t1, tal que el error del primer periodo es superior al error del segundo periodo basada en el intervalo de confianza del 95%. La figura 7.17 presenta el diagrama en cajas de ambos periodos donde se aprecia las diferencias de las medidas.



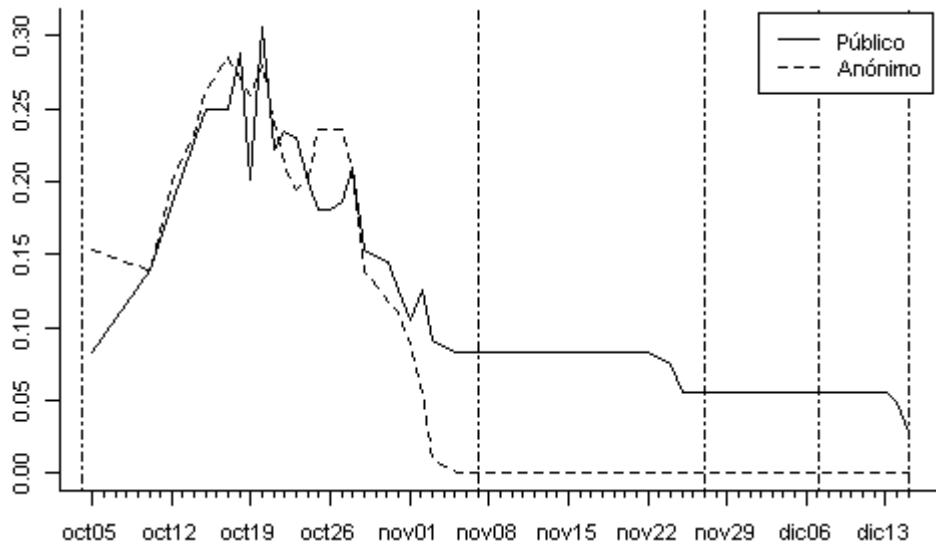
*Figura 7.17. Puntos de divergencia (Error típico) para los tres casos.*

Para observar gráficamente el comportamiento individual del consenso, la figura 7.18 contrasta las medidas de divergencia en los períodos t0 y t1 para todos los estudiantes. En este gráfico se observa que la mayor cantidad de puntos se encuentra debajo de la línea recta que divide el plano. Esto indica que el valor t0 presenta valores más grandes que para t1. En un análisis individual a cada escenario, se observa que en algunos casos estudiantes que tendían a calificar los recursos con niveles muy bajos, aumentaban sus valoraciones promedio; lo mismo sucedía con estudiantes que calificaban muy alto durante t0, reducían su valoración media en el segundo periodo.



*Figura 7.18. Divergencia contrastando los dos períodos  $T_0$  y  $T_1$*

Finalmente, debemos comparar el modelo de redes sociales formadas entre los comentarios y las valoraciones. En primer lugar, hubo un número significativamente mayor de votos (aproximadamente 2200) que de comentarios (aprox. 1000). Sin embargo, al contrastar las métricas de ambas redes sociales se obtienen modelos equivalentes, por ejemplo, la figura 7.19 compara la métrica de centralidad de grado para las redes formadas a partir de comentarios (público) y votos (secreto). Esta equivalencia se conserva para otras métricas como la centralidad por intermediación, cercanía y reciprocidad.



*Figura 7.19. Métrica de centralidad de grado para las redes de comentarios (público) y de valoraciones (anónimo) de P1.*

Al extender este análisis a cada individuo se observa que el comportamiento entre ambas redes no siempre es equivalente. La tabla 7.4 resume algunas de las observaciones que resultan de la comparación entre la red social pública y anónima.

*Tabla 7.4 Resumen de comparación entre la red social pública y anónima.*

Correlación	Número	Interpretación
<b>p-value&gt;0.05</b>	5	No es posible concluir nada sobre la relación entre las medidas de las ambas redes.
<b>p-value&lt;0.05, Valor&lt;0.5</b>	7	Las métricas calculadas en las dos redes reflejan un comportamiento social difiere.
<b>p-value&lt;0.05, Valor&gt;0.5</b>	16	Las métricas calculadas en las dos redes reflejan un comportamiento social equivalente.

Estos resultados establecen nuevas preguntas en la investigación relacionadas con la posible influencia de los mecanismos de interacción públicos y anónimos. De acuerdo con nuestro resultado, el 25% de los estudiantes presentan una dinámica social distinta entre una red y otra. Estas diferencias podrían estar relacionadas con rasgos de personalidad que requieren un análisis más profundo y estricto de la conducta.

# 8. Análisis de los resultados

*Este capítulo resume y analiza los principales resultados experimentales obtenidos en esta tesis y los contrasta con los objetivos e hipótesis inicialmente propuestas.*

## 8.1 Introducción

El capítulo 7 ha presentado los resultados obtenidos de los distintos casos de estudio. Para ello, ha analizado tres indicadores: Satisfacción, Simetría y Consenso. Este capítulo retoma los resultados experimentales y los contrasta con los objetivos (capítulo 1) e hipótesis experimentales (capítulo 6) propuestas en esta tesis. Para facilitar el análisis, a continuación se retoman dichos objetivos e hipótesis.

### 8.1.1 Objetivos

El objetivo general de esta tesis es: proponer y estudiar un conjunto de mecanismos de interacción, centrados en recursos multimedia en el contexto de tecnologías Web sociales, como contribución a la definición de un modelo de aprendizaje activo en entornos educativos a través de Internet.

Para desarrollar este objetivo se propusieron los siguientes objetivos específicos:

- O1. Proponer un conjunto de mecanismos de interacción centrados en recursos multimedia.
- O2. Proponer un método de aprendizaje soportado en el modelo de servicios sociales que integre los mecanismos de interacción propuestos.
- O3. Diseñar y construir un entorno que asista el método propuesto.
- O4. Validar mediante experimentación en escenarios reales de aprendizaje, la efectividad del método y del entorno propuestos.
- O5. Analizar los procesos de interacción desarrollados dentro del marco experimental para medir el impacto de los mecanismos propuestos sobre los procesos de aprendizaje.

En consecuencia con estos objetivos, esta tesis ha desarrollado O1 y O2 en el capítulo 4, O3 en el capítulo 5 y O4 en el capítulo 7 y O5 en el capítulo 6. Desde este punto de vista, podemos asegurar que todos los objetivos específicos han sido tratados en este documento.

Para evaluar la calidad de los elementos propuestos, recurrimos a las medidas de satisfacción aplicadas a los escenarios que discriminan la percepción de los estudiantes frente al método, el entorno y los resultados. Asimismo, hemos propuesto un conjunto de hipótesis experimentales que constituyen las principales contribuciones al entendimiento del fenómeno de la interacción en escenarios educativos. Para ello, debemos recordar dichas hipótesis.

### 8.1.2 Hipótesis experimentales

La hipótesis central (**Hc**) propone que: "Los beneficios del aprendizaje activo deben estar manifiestos en el escenario de aprendizaje propuesto, por tanto, la interacción debe corresponder con la percepción y resultados del proceso de aprendizaje". Esto significa que la forma como los estudiantes interactúan en el escenario repercute en su

proceso de aprendizaje. De acuerdo con las teorías de aprendizaje activo, esta relación es directa, tal que un individuo con alta participación en las actividades debe percibir una alta satisfacción. Estos nos llevar a plantear H1:

- **H1. Interacción efectiva.** A mayor esfuerzo e implicación con las actividades, mayores beneficios en el proceso de aprendizaje y por tanto mayor satisfacción de los individuos.

Para validar H1 debemos encontrar evidencias de que los estudiantes con mayor compromiso y participación son los que encuentran mayor satisfacción en el escenario. Para ello recurrimos al contraste propuesto entre las variables de opinión (satisfacción) y acción (interacción).

Sin embargo, para que esto se cumpla el individuo debe actuar de forma eficiente en el escenario. Esto le permite hacer mejor uso de los recursos y aprovechar de mejor manera su tiempo y esfuerzo, de ahí que:

- **H2. Interacción eficiente.** Los estudiantes que interactúan siguiendo patrones de trabajo más regulares, favorecen la colaboración y logran una mayor satisfacción con la experiencia.

Para validar H2 debemos establecer métricas de eficiencia en la interacción y contrastarlas con la satisfacción. En nuestro caso, dichas métricas son: la correlación entre el tiempo y número de acciones que invierte un individuo en las tareas. Esta correlación mide si el individuo desarrolla sesiones de trabajo regulares o por el contrario es propenso a distraerse y dispersar su esfuerzo en sesiones muy intensas o poco productivas.

La condición particular de la colaboración implica que la interacción sea coordinada con el esfuerzo de otros. Por lo tanto, son condiciones necesarias de la eficiencia la distribución temporal del esfuerzo y la distribución simétrica de la interacción, dando lugar a H3 y H4.

- **H3: Interacción distribuida.** Una distribución homogénea de las acciones durante el tiempo de las experiencias aumenta las posibilidades de un estudiante de interactuar con otros, favoreciendo la colaboración y por tanto alcanzando estrategias de trabajo más eficientes.
- **H4: La interacción social simétrica.** La interacción social debe ser recíproca y no centralizada. Esto significa que no hay individuos que controlan la información o que el esfuerzo se centra en pocos individuos, asimismo, que cada acción recibe una realimentación que aumenta la motivación y el compromiso por las actividades de aprendizaje.

En el caso de H3 se utiliza la varianza como la medida de dispersión de las acciones en el tiempo. En este caso, un valor alto de varianza debe repercutir negativamente en la satisfacción. En el caso de H4, hemos propuesto el indicador de simetría para analizar la reciprocidad y grado de centralización de la red formada por la interacción de los individuos. La validación de H4 se comprueba por un alto valor de este indicador.

Por otra parte, como efecto de una interacción efectiva, el grupo debería crear una identidad propia que le permita abordar de mejor forma tareas colectivas. En nuestro caso esta tarea es la valoración de la calidad de los recursos. Este proceso está asociado con un aumento en la precisión del grupo para la toma de decisiones. Por tanto, definimos H5.

- **H5: Creación de consenso.** La interacción efectiva implica procesos de negociación que crean consenso sobre los grupos que le permite tomar decisiones de forma más precisa.

Para validar H5 utilizamos el indicador de consenso, tal que, una validación de la implicación teórica del indicador es la evidencia de que el escenario de aprendizaje propuesto en esta tesis cumple con esta hipótesis.

Finalmente, nos interesa verificar los efectos de la teoría de aprendizaje multimedia en el escenario. Para ello, planteamos H6:

- **H6: Interacción multimedia.** Centrar la interacción en los objetos multimedia posibilita captar mayor atención del estudiante, lo que reduce la carga cognitiva y beneficia su aprendizaje.

La validación de H6 se basa en la percepción de los estudiantes sobre la calidad y efectividad de la combinación de la multimedia y la interactividad. Este resultado debe coincidir con la teoría base para validar la correcta aplicación de los principios del aprendizaje multimedia en el escenario.

## 8.2 Resultados

En el capítulo 7 anunciamos un total de 175 correlaciones estadísticamente significativas entre las variables de opinión y acción. El alto número de relaciones encontradas corrobora que la interacción se refleja en la percepción de los estudiantes frente al escenario, lo cual ha sido propuesto como Hc. La tabla 8.1 resumen las principales relaciones encontradas. Las columnas Pos y Neg, representan el número de correlaciones entre la Variable y alguna variable de opinión, cuyos valores se encuentran por encima y por debajo de 0.5, respectivamente. Además, ofrece una interpretación que es asociada a una de las hipótesis del experimento.

*Tabla 8.1 Resumen de variables de acción correlacionadas fuertemente con variables de opinión.*

Variable	Pos	Neg	Interpretación	Resultado
<b>Total de días de acceso al entorno</b>	25		Las personas que accedieron más días a la plataforma, dedicaron más tiempo, visualizaron y añadieron más vídeos, obtuvieron mayor satisfacción. Además, las personas más activas	
<b>Total de acciones de edición de GMA</b>	20			
<b>Total de tiempo de sesiones</b>	26			
<b>Cantidad de vídeos vistos</b>	23			

<b>Total de vídeos añadidos</b>	18		socialmente obtuvieron más satisfacción.	
<b>Total de comentarios añadidos.</b>	4			
<b>Total de votos realizados.</b>	3			
<b>Medida de efectividad (Correlación tiempo-acciones por día).</b>	4		La medida de eficiencia varía consistentemente con la satisfacción; es decir, Las personas con patrones de trabajo más regulares obtuvieron mayor satisfacción.	H2: Eficiencia
<b>Varianza de votos por día.</b>	22	22	A mayor dispersión de las acciones en el tiempo, menor satisfacción.	H3: Distribución homogénea.
<b>Varianza comentarios aportados por día.</b>		13		
<b>Varianza de vídeos aportados.</b>		1		

Para validar H4 recurrimos al cálculo de la simetría, expuesta en la sección 7.4, que se resumen en la tabla 8.2.

*Tabla 8.2 Resumen del Indicador de Simetría*

Caso	Reciprocidad (R)	Centralización de grado (C)	Simetría: $(R+1-C)/2$
P1	[0.84, 0.89]	[0.13, 0.15]	0.87
P2	[0.74, 0.79]	[0.20, 0.22]	0.78
P3	[0.69, 0.69]	[0.27, 0.28]	0.71

En todos los casos, los valores de reciprocidad se mantienen altos y de centralidad bajo. Estos demuestran las implicaciones de la interacción efectiva en un contexto colaboración y da como resultado que H4 se corrobora.

Asimismo, para validar H5 retomamos el cálculo del consenso y su demostración de diferencias significativas entre la divergencia en un tiempo T0 y posterior T1. La prueba de Wilcoxon demuestra que existe una decadencia en la divergencia sobre la valoración de la calidad de los recursos por parte de los individuos (Wilcoxon test: V = 336, p-value = 0.0008524). Esto significa que el escenario propuesto en esta tesis fomenta la creación de consenso entre los individuos, lo que cumple con las expectativas de un escenario para la colaboración y se corrobora por tanto H5.

Por otro lado, el alto valor de las encuestas de los estudiantes de los casos de estudio productores (intervalo de confianza del 95% [6.68, 7.95], 10 como máximo) refleja una alta satisfacción del escenario y por tanto el cumplimiento de los objetivos de esta tesis. Dicho cumplimiento se puede rastrear en aspectos del método, el entorno y los

resultados, lo cuales presentan valores equivalentes. Asimismo, los mecanismos propuestos parecen cumplir con las expectativas propuestas para la interacción y resultan de utilidad para el aprendizaje. No se encuentran evidencias significativas de la preferencia de los estudiantes por un tipo de mecanismos, sin embargo, se percibe que la interacción social influye positivamente sobre el proceso, lo cual corresponde con las teorías de aprendizaje socio-constructivista.

Finalmente, los resultados de la encuesta de satisfacción del caso de tipo consumidor, demuestra que el formato multimedia-interactivo es completo (0.75), es decir, si cumple con la expectativa de un recurso de aprendizaje interactivo; didáctico (0.63), porque capta la atención y fomenta la motivación por el aprendizaje; y efectivo (0.75), porque facilita la transmisión del contenido. Este resultado permite asegurar que H6 también se corrobora.

### **8.3 Evaluación de los objetivos**

La validación de las hipótesis experimentales permite asegurar que los objetivos propuestos en esta tesis han sido cumplidos. Se han propuesto un conjunto de mecanismos de interacción que conforman un escenario de aprendizaje soportado en el modelo de servicios de medios sociales. Dicho escenario ha sido validado mediante distintos casos de estudio que han sido analizados a profundidad, de lo que se deriva la validación de las seis hipótesis experimentales.

Finalmente, esta tesis ha dejado abiertas diversas líneas de desarrollo, tanto en el campo de la multimedia-interactiva como del análisis de los escenarios. Los mecanismos y el formato propuesto han sido validados en los escenarios descritos, pero son susceptibles de extender y mejorar. En cuanto al análisis, las diferencias entre el modelo de red pública y anónima revela diferentes comportamientos que podrían revelar rasgos individuales que podrían ayudar a comprender mejor los patrones de interacción.



# 9. Conclusiones y trabajo futuro

*Este capítulo sintetiza las principales contribuciones de esta tesis en los tres ámbitos de investigación: pedagógico, tecnológico y de análisis. Además, presenta las limitaciones de esta investigación y plantea algunas líneas de trabajo futuro.*

## 9.1 Conclusiones

El principal objetivo de esta tesis fue el diseño, implementación y validación de un escenario de aprendizaje activo centrado en recursos multimedia y asistido por tecnologías web sociales. En este contexto, se propuso un enfoque de análisis basado en tres indicadores para medir el impacto del fenómeno de la interacción en el aprendizaje.

Dicho objetivo fue desarrollado desde tres puntos de vista: pedagógico, tecnológico y de análisis.

Desde un punto de vista pedagógico, se desarrolló una visión propia de la interacción basada en tres tipos de mecanismos. Estos mecanismos corresponden a diversas teorías y características del proceso de aprendizaje. Por ejemplo, la interactividad pretende una mayor autonomía del estudiante y un mayor grado de atención sobre los objetos de información. Por su parte, la interacción social no solo es un mecanismo efectivo para la transferencia de información del dominio de aprendizaje, además fomenta una mayor motivación y compromiso en los estudiantes por las actividades. Finalmente, la interacción por autoría fomenta un aprendizaje significativo basado en la creatividad y apropiación de la información. Estos mecanismos fueron coordinados a través de un método de aprendizaje colaborativo basado en la composición de objetos de aprendizaje multimedia-interactivos.

Desde un punto de vista tecnológico se abordaron dos elementos: primero, la apropiación del modelo de servicios de las plataformas Web sociales como arquitectura de referencia para la implementación de un entorno de aprendizaje social; segundo, la definición de un formato de documento multimedia que asiste mecanismos de interactividad.

Para el primer elemento, se implementó un entorno de aprendizaje multimedia denominado SMLearning. Este entorno fue desarrollado desde una arquitectura de servicios abiertos que se integra con las redes sociales Facebook y YouTube. Además, fue diseñado siguiendo los principios de los sistemas groupware, incluyendo mecanismos de conciencia (o Awareness) y diversas interfaces de datos que facilitan el seguimiento y evaluación de las actividades de la comunidad.

En el segundo elemento, se divide en el formato de documento multimedia-interactivo y las herramientas que permiten su manipulación y reproducción. Dicho formato extiende la gramática del lenguaje SMIL para ampliar su capacidad de definir mecanismos de interactividad. Por otra parte, se creó una herramienta de autoría y un intérprete a dicho formato que son compatibles con la tecnología Web estándar. Estos elementos fueron utilizados para facilitar a los estudiantes la creación de recursos propios basados en la

remezcla de contenidos. Estas herramientas fueron diseñadas para ser extendidas hacia nuevos mecanismos e incorporan servicios para la trazabilidad de la interacción.

Finalmente, desde el punto de vista del análisis, se propuso un enfoque de evaluación mixta basado en tres indicadores: satisfacción, simetría y consenso. Dicho enfoque combina diversos métodos y fuentes de información. Además, incluye una dimensión temporal a las métricas SNA que aumenta el poder descriptivo de la interacción y permite validar las implicaciones de simetría y reciprocidad de la teoría colaborativa. Los resultados que se derivan de estos indicadores corroboran la pertinencia y efectividad de los mecanismos propuestos para fomentar en el escenario los beneficios del aprendizaje activo. Además, se valida la practicidad de los mismos indicadores y se sugiere su utilización en otros contextos.

Como conclusiones del desarrollo experimental se corroboran los siguientes puntos:

1. Respecto al objetivo general, los mecanismos de interacción propuestos fomentan sobre el escenario los beneficios del aprendizaje activo, generando una alta participación que correlaciona con la satisfacción a los estudiantes respecto al método, el entorno y resultados obtenidos de los escenarios.
2. Respecto al método propuesto, se verifican los beneficios expuestos en la teoría sobre el aprendizaje multimedia. Estos objetos resultaron atractivos y versátiles permitiendo que cada estudiante seleccionara sus propios recursos para su aprendizaje, fomentando la atención en al contenido.
3. Respecto al entorno, se corrobora que los servicios Web sociales resultan adecuados para el diseño de entornos de asistencia a la enseñanza. Este modelo enfatiza en la interoperabilidad con otras plataformas para aprovechar los recursos disponibles y procurar una interacción transparente y continua de los usuarios entre distintos entornos. Sin embargo, pone de manifiesto que existen riesgos sobre la privacidad de los datos y el derecho a la intimidad de los individuos.
4. Respecto al formato de documento multimedia-interactivo propuesto, resultó útil y suficiente para describir la interactividad esperada para un recurso de aprendizaje. No obstante, el tipo de mecanismos parece estar condicionado al perfil propio de cada estudiante. En esta línea, se debe profundizar sobre la adaptación y la personalización de recursos ya creados.
5. Respecto al análisis, se corroboran diversas implicaciones de la interacción en la satisfacción de los estudiantes, principalmente:
  - a. Una alta interacción correlaciona con un alto nivel de satisfacción. Esto implica que la estrategia de aprendizaje activo motiva la participación y compensada el esfuerzo requerido para el proceso.
  - b. Además, la eficiencia en las acciones correlaciona con un mayor nivel de satisfacción, es decir, los estudiantes que actúan de mejor forma perciben mayores beneficios del escenario. En este sentido, las estrategias de aprendizaje deben enfatizar en la eficiencia de las tareas,

- para lograr los objetivos del proceso, procurando un alto nivel de satisfacción en los estudiantes.
- c. Igualmente, se corrobora que una forma de efectividad es mediante la distribución regular del esfuerzo, tanto en el tiempo, como reflejado en la simetría de las relaciones sociales. Esta conclusión se verifica a través del indicador de simetría, el cual utiliza las métricas SNA: reciprocidad y grado de centralización, aplicadas a las relaciones sociales. En este sentido, el indicador de simetría resulta útil para analizar la interacción en escenarios de aprendizaje.
  - d. Finalmente, el indicador de consenso permitió demostrar que la interacción efectiva contribuye a mejorar la precisión de los grupos para la toma de decisiones. Este resultado aporta evidencias a nuestra teoría sobre la decadencia temporal de la divergencia en entornos de colaboración efectivos.

Estos resultados nos llevan a plantear las siguientes reflexiones:

La base de la estrategia de aprendizaje activo centrada en la interacción con recursos multimedia se sustenta en recibir información de realimentación (interactividad), discutir y compartir el conocimiento con otros (interacción social), y diseñar y crear nuevos objetos (interacción por autoría). Esta estrategia permite a los individuos apropiarse del conocimiento y construir una presencia social fuerte en los entornos virtuales de enseñanza.

Sin embargo, los efectos finales de la interacción sobre la satisfacción en el aprendizaje dependen de la actitud y conducta de los individuos sobre el escenario. Una condición óptima de interacción implica: reciprocidad y simetría de las acciones. Para ello, los indicadores de simetría y consenso han permitido verificar que la estrategia de aprendizaje propuesta conduce a las condiciones teóricas de colaboración (simetría y construcción de consenso).

Por otra parte, se han validado los beneficios expuestos en la teoría de aprendizaje multimedia en cuanto a la mejora de la atención y fomento de la motivación por la participación de los estudiantes. El formato de documento multimedia-interactivo propuesto facilita poner en práctica el desarrollo de este modelo de contenidos y aprovechar estos beneficios en diversos contextos y dominios.

Finalmente, el enfoque de análisis con que se han validado los efectos de los mecanismos de interacción en el aprendizaje ofrece un referente consistente con las teorías de la colaboración y podrían ser utilizados para analizar otros contextos. Esto permitiría validar su efectividad y pertinencia y extender su generalidad.

Durante el desarrollo de esta tesis se han generado diversos artículos que han permitido validar parcialmente cada fase de la investigación, ver sección 1.7. En particular, se resaltan el artículo titulado “An Approach Based on Social Network Analysis Applied to a Collaborative Learning Experience”, publicado en la revista IEEE Transactions on Learning Technologies (TLT) en que se presenta un recopilación de métricas SNA utilizadas en el análisis de la interacción en entornos CSCL, y se propone la base para el enfoque de análisis aplicado en esta tesis.

## **9.2 Limitaciones**

La complejidad de llevar a cabo experiencias en escenarios reales ha dificultado extender los alcances de esta tesis hacia un número mayor de casos. En esta tesis, los casos de estudio han sido de larga duración, con distintas fases y tareas que han demandado alto esfuerzo y dedicación del investigador a su desarrollo. Asimismo, el número de participantes para cada caso se ha limitado a grupos pequeños. Sin embargo, estas mismas condiciones permitieron desarrollar una visión detallada de cada experiencia, aportando información relevante sobre la dinámica social de cada escenario.

El reducido número de muestras solo permitió corroborar la teoría desarrollada para el indicador de consenso de forma general, juntando las muestras de los distintos casos. En consecuencia, de momento no se puede generalizar el cumplimiento del indicador para todos los escenarios de colaboración efectiva. Por ello, es necesario buscar nuevas evidencias en otras plataformas y fuentes de datos que permitan extender el alcance del indicador y la teoría que lo acompaña.

Otra característica que limita nuestros hallazgos es el perfil de los participantes. En todos los casos corresponden a estudiantes de ingeniería, con altos conocimientos en tecnologías y plataformas Web sociales. Esta experiencia previa podría haber alterado su percepción sobre el proceso. Para resolver esta limitación, es necesario llevar a cabo nuevas experiencias en grupos de diversas áreas de conocimiento y características etnográficas.

Finalmente, una limitación propia de este tipo de investigación está en fiabilidad en los resultados que pueden ser obtenidos de fenómenos sociales. La alta complejidad y variabilidad de las condiciones de los escenarios de estudio limitan las evidencias a los casos expuestos, pero ofrece indicios sobre efectos generales. Nuevamente, la forma de solventar esta limitación es con un mayor número de experiencias en condiciones controladas.

## **9.3 Trabajo futuro**

Internet ofrece abundantes recursos que pueden ser utilizados potencialmente para aprender. Sin embargo, esta misma abundancia impone el reto de identificar y adaptar adecuadamente dichos recursos para una situación de aprendizaje concreta. En esta línea, es necesario desarrollar mejores estrategias que permitan evaluar con mayor facilidad la calidad de los recursos y las situaciones potenciales donde pueden ser utilizados. En esta tesis hemos encontrado evidencias de que los objetos de mayor calidad son los que mayor interacción generan. Por tanto, es necesario analizar con mayor profundidad la relación entre la interacción y la calidad de los recursos.

Por otra parte, las dimensiones sociales y emocionales son fundamentales para desarrollar estrategias de aprendizaje exitosas (Francisco et al. 2012; Marchand & Gutierrez 2012; Richard E. Mayer 2014; Leutner 2014; Plass et al. 2014). En consecuencia, deben ser consideradas tanto en la etapa de diseño como en el proceso de análisis de dichos escenarios (Rodriguez et al. 2014). En esta línea, podemos

extender el modelo de red que describe la interacción social con conexiones superpuestas basadas en las emociones.

En cuanto al entorno creado, un potencial uso alternativo de SMLearning es como entorno de diseño para equipos de material didáctico. En este sentido, los recursos creados podrían ser borradores a recursos educativos de calidad que serían posteriormente generados con medios profesionales. Sin embargo, la validación de los beneficios del escenario permite ofrecerlo como un entorno alternativo de aprendizaje que puede ser utilizado en nuevos casos de estudio.

En cuanto al formato multimedia-interactivo, se propone ampliar los componentes de interactividad y crear herramientas de despliegue sobre las plataformas de TDi y dispositivos móviles. Además, desarrollar paquetes auto-contenidos que permitan ser cargados de forma transparente en los entornos de gestión de aprendizaje (LMS). En este sentido, actualmente se desarrollan nuevas investigaciones sobre la aplicación de los conceptos y resultados de esta tesis a los escenarios MOOC: en primer lugar, se están explorando nuevas estrategias colaborativas compatibles con este tipo de escenarios, y en segundo lugar, creando y analizando la interacción sobre los recursos y componentes que ofrecen.

Finalmente, se agrega que los estudiantes deben descubrir y desarrollar sus propias estrategias de aprendizaje. Para ello, Los entornos deben soportar un modelo de recursos abiertos y flexibles, por lo que se considera explorar estrategias de adaptación que puedan ser incorporadas al formato multimedia-interactivo.



## Referencias

- Aarreniemi-Jokipelto, P., 2005. Content production for the T-learning environment. In *Methods and Technologies for Learning*. pp. 127–131.
- Adelman, C., 1993. Kurt Lewin and the Origins of Action Research. *Educational Action Research*, 1(1), pp.7–24.
- Agichtein, E., Castillo, C. & Donato, D., 2008. Finding High-Quality Content in Social Media. , pp.183–193.
- Alamán, X. & Cobos, R., 1999. KnowCat: a web application for knowledge organization. *Advances in Conceptual Modeling*, pp.348–359.
- Alario-Hoyos, C. et al., 2013. *GLUE! An architecture for the integration of external tools in Virtual Learning Environments*,
- Alcalá-Fdez, J. et al., 2009. KEEL: a software tool to assess evolutionary algorithms for data mining problems. *Soft Computing*, 13(3), pp.307–318.
- Antani, S., Kasturi, R. & Jain, R., 2002. A survey on the use of pattern recognition methods for abstraction, indexing and retrieval of images and video. *Pattern Recognition*, 35(4), pp.945–965.
- Antin, J. & Churchill, E., 2011. Badges in social media: A social psychological perspective. In *CHI 2011*. pp. 1–4.
- Arciniegas, J.L. et al., 2011. EDiTV: Educación virtual basado en televisión interactiva para soportar programas a distancia. *Revista de ciencia, educación, innovación y cultura apoyadas por redes de tecnología avanzada*, 1(1), pp.42–47.
- Arroyo, R.F. et al., 2008. Authoring social-aware tasks on active spaces. *Journal of Universal Computer Science*, 14(17), pp.2840–2858.
- Asbury, J.-E., 1995. Overview of focus group research. *Qualitative health research*, 5(4), pp.414–420.
- Aydin, S., 2012. A review of research on Facebook as an educational environment. *Educational Technology Research and Development*, 60(6), pp.1093–1106.
- Ayres, P. & Sweller, J., 2005. The Split-Attention Principle in Multimedia Learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Mayer, pp.135–146. New York.
- Baker, R. & Yacef, K., 2009. The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*.
- Bandura, A., 1991. *Social Learning Theory*,
- Barkley, E.F. et al., 2007. *Técnicas de aprendizaje colaborativo: manual para el profesorado universitario*, Ministerio de Educación y Ciencia.

- Bartolomé, A., 2004. Vídeo digital en la enseñanza. *Bordón: revista de orientación pedagógica*, 56(3-4), pp.559–572.
- Baxter, P., Susan Jack & Jack, S., 2008. Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers. *The Qualitative Report Volume*, 13(4), pp.544–559.
- Bean, J.P. & Bradley, R.K., 1986. Untangling the satisfaction-performance relationship for college students. *Journal of Higher Education*, 57(4), pp.393–412.
- Bellotti, F. et al., 2008. A T-learning Courses Development and Presentation Framework. *IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine*, 3(3), pp.69–76.
- Blackburn, S., Brownsell, S. & Hawley, M.S., 2011. A systematic review of digital interactive television systems and their applications in the health and social care fields. *Journal of telemedicine and telecare*, 17(4), pp.168–176.
- Bogdanov, E. et al., 2012. A social media platform in higher education. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE*. pp. 1–8.
- Bohl, O. et al., 2002. The sharable content object reference model (SCORM) - a critical review. *International Conference on Computers in Education, 2002. Proceedings*.
- Bravo, J.L., 1996. ¿Qué es el vídeo educativo? *Comunicar*, pp.100–105.
- Buckingham, S. & Ferguson, R., 2012. Social Learning Analytics. *Social Learning Analytics*, 15(3), pp.3–26.
- Bulterman, D.C.A. & Rutledge, L., 2010. SMIL 3.0: Interactive Multimedia for Web, Mobile Devices and Daisy Talking Books. *IEEE Transactions on Consumer Electronics (IEEE TCE)*, 56(3), pp.1495–1501.
- Burden, K. & Atkinson, S., 2007. Jumping on the YouTube bandwagon? using digital video clips to develop personalised learning strategies. In *ASCILITE 2007 - The Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education*. pp. 96–98.
- Carrington, P.J., Scott, J. & Wasserman, S., 2005. Peter J. Carrington, John Scott and Stanley Wasserman, eds., Models and Methods in Social Network Analysis. *Methods*, (October).
- Carter, J., 2002. A framework for the development of multimedia systems for use in engineering education. *Computers & Education*, 39(2), pp.111–128.
- Carter, S. et al., 2014. Tools to support expository video capture and access. *Education and Information Technologies*, 19(3), pp.637–654.
- Cazenave, F., Ismier, S. & Quint, V., 2011. Timesheets . js : When SMIL Meets HTML5 and CSS3.
- Cesar, P., Bulterman, D.C.A. & Jansen, A.J., 2008. Usages of the secondary screen in an interactive television environment: Control, enrich, share, and transfer television content. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. pp. 168–177.

- Cha, M. et al., 2007. I tube, you tube, everybody tubes: analyzing the world's largest user generated content video system. *Proc ACM Internet Measurement Conference IMC San Diego CA October 2007*, pp.1–14.
- Chen, H.Y. & Liu, K.Y., 2008. Web-based synchronized multimedia lecture system design for teaching/learning Chinese as second language. *Computers and Education*, 50(3), pp.693–702.
- Cherry, G., Fournier, J. & Stevens, R., 2003. Using a Digital Video Annotation Tool to Teach Dance Composition. *IMEJ of ComputerEnhanced Learning*, 5(1), pp.1–7.
- Chorianopoulos, K., 2011. SocialSkip : Pragmatic Understanding within Web Video. , pp.25–28.
- Chorianopoulos, K. & Lekakos, G., 2007. Learn and play with interactive TV. *Computers in Entertainment*, 5(2), p.4.
- Cisco, 2015. *Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2014–2019*,
- Clark, J.M. & Paivio, A., 1991. Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), pp.149–210.
- Claros, I., Cobos, R., Sandoval, G., et al., 2015. Creating MOOCs by UAMx: experiences and expectations. In *The Third European MOOCs Stakeholders Summit (eMOOC 2015)*. pp. 61–64.
- Claros, I. et al., 2013. Integrating Open Services for Building Educational Environments. In *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2013)*. pp. 1147–1156.
- Claros, I. et al., 2014. Towards a collaborative pedagogical model in MOOCs. In *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2014)*. pp. 905–911.
- Claros, I. & Cobos, R., 2013. Del Vídeo Educativo a Objetos de Aprendizaje Multimedia Interactivos: un Entorno de Aprendizaje Colaborativo basado en Redes Sociales. *Tendencias Pedagógicas*, (22), pp.59–72.
- Claros, I. & Cobos, R., 2012. User interaction analysis in a CSCL environment supported by social media technologies. In *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador - INTERACCION '12*. New York, New York, USA: ACM Press, p. Article No. 20.
- Claros, I., Cobos, R. & Collazos, C.A.C.A., 2015. An Approach Based on Social Network Analysis Applied to a Collaborative Learning Experience. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, ((pp)), pp.1–8.
- Claros, I., Collazos, C. & Guerrero, L., 2011. Libro de Trabajo Digital, Un Modelo para Apoyar la Colaboración. *Dyna*, 169, pp.17–25.
- Claros, I. & Collazos, C.A., 2006. Propuesta Metodológica para la Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web: Experiencia Colombiana. In *VII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (INTERACCIÓN 2006)*.

- Cobos, R., Claros, I. & Moreno-Llorena, J., 2009. A proposal of Awareness Services for the Construction of Quality Community Knowledge supported by the Knowledge Management system KnowCat. *Human Interface and the Management of Information. Designing Information Environments*, pp.365–374.
- Collazos, C.A., Guerrero, L.A. & Pino, J.A., 2003. Knowledge Construction Awareness. *Journal of Student Centered Learning*, 1, pp.77–86.
- Conole, G. & Alevizou, P., 2010. A literature review of the use of Web 2.0 tools in Higher Education. *Methodology*, 17(August), p.111.
- Cormier, D., 2008. Rhizomatic Education: Community as Curriculum. *Innovate*, 4(1998), p.6.
- Dabbagh, N. & Kitsantas, A., 2012. Personal Learning Environments, social media, and self-regulated learning: A natural formula for connecting formal and informal learning. *The Internet and Higher Education*, 15(1), pp.3–8.
- Davydov, V. V & Kerr, S.T., 1995. Vygotsky on Education. *Educational Researcher*, 24(3), pp.12–21.
- Dawson, S. & Heathcote, E., 2010. SNAPP : Realising the affordances of real-time SNA within networked learning environments. , pp.125–133.
- Daza, G., 2012. Historia y perspectivas del video educativo y cultural en América Latina. *Revista teórica de la Federación de Facultades de Comunicación Social*, 37.
- Delgado-Kloss, C. et al., 2015. Mixing and Blending MOOC Technologies with Face-to-Face Pedagogies. In *IEEE Global Engineering Education Conference 2015 (EDUCON 2015)*. pp. 967–971.
- Dewey, J., 1998. *Experience and education*, Kappa Delta Pi.
- Dillenbourg, P. et al., 1996. The evolution of research on collaborative learning. In *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*. pp. 189–211.
- Dillenbourg, P., 1999. What do you mean by ' collaborative learning ' ? *Collaborative learning Cognitive and computational approaches*, 1(6), pp.1–15.
- Dillon, A. & Gabbard, R., 1998. Hypermedia as an Educational Technology: A Review of the Quantitative Research Literature on Learner Comprehension, Control, and Style. *Review of Educational Research*, 68(3), pp.322–349.
- Dönmez, O., Şimşek, Ö. & Arıkan, Y.D., 2010. How can we make use of learner interaction in online learning environments? In *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. pp. 783–787.
- Dubberly, H., Haque, U. & Pangaro, P., 1964. What is interaction ? Are there different types ? , pp.1–13.

- Dyckhoff, A.L. et al., 2011. eLAT: An Exploratory Learning Analytics Tool for Reflection and Iterative Improvement of Technology Enhanced Learning. In *4th International Conference on Educational Data Mining*. pp. 355–356.
- Echeverría, L. & Cobos, R., 2010. A Motivation Booster Proposal based on the Monitoring of users ' Progress in CSCL environments. , pp.671–676.
- Eysenck, M.W. & Keane, M.T., 2010. *Cognitive psychology: A student's handbook*,
- Feiler, J., 2008. *How to do everything: Facebook applications*, McGraw-Hill.
- Ferguson, R. et al., 2014. Setting learning analytics in context. *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge - LAK '14*, pp.251–253.
- Filho, G.L.D.S., Leite, L.E.C. & Batista, C.E.C.F., 2007. Ginga-J: The procedural middleware for the Brazilian digital TV system. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 13(1), pp.47–56.
- Fox, A., 2013. From MOOCs to SPOCs. *Communications of the ACM*, 56(12), pp.38–40.
- Francisco, V. et al., 2012. EmoTales: Creating a corpus of folk tales with emotional annotations. *Language Resources and Evaluation*, 46(3), pp.341–381.
- Gaggi, O. & Danese, L., 2011. A SMIL player for any web browser. *DMS*.
- Garcia-Penalvo, F.J. et al., 2011. Opening Learning Management Systems to Personal Learning Environments. *Journal of Universal Computer Science*, 17(9), pp.1222–1240. Available at: <Go to ISI>://CCC:000298048200002.
- Garitaonandia, C. & Garmendia, M., 2009. E-commerce use among digital TV subscribers: audiovisual abundance and virtual purchase -- predictors of e-commerce use among digital television subscribers in Spain. *New Media & Society*, 11(3), pp.417–432.
- Garmendia, A. & Cobos, R., 2013. Towards the Extension of a LMS with Social Media Services. In *Cooperative Design, Visualization, and Engineering*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 67–72.
- Garrett, N. et al., 2007. Extending the Elgg Social Networking System to Enhance the Campus Conversation. In *Second Annual Design Research in Information Systems (DESRIST 2007)*. pp. 14–15.
- Gibson, D. et al., 2013. Digital badges in education. *Education and Information Technologies*, pp.1–8.
- Gill, G.K. & Kemerer, C.F., 1991. Cyclomatic complexity density and software maintenance productivity. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 17(12), pp.1284–1288.

- Griffiths, D. & Liber, O., 2008. Opportunities, achievements, and prospects for use of IMS LD. In *Handbook of Research on Learning Design and Learning Objects: Issues, Applications, and Technologies*. pp. 87–112.
- Grosjeck, G. & Holotescu, C., 2008. Can we use Twitter for educational activities? *The 4th International Scientific Conference of eLearning and Software for Education*, pp.1–8.
- Gunawardena, C.N. & Zittle, F.J., 1997. Social presence as a predictor of satisfaction within a computer-mediated conferencing environment. *American journal of distance education*, 11(3), pp.8–26.
- Gutwin, C. & Greenberg, S., 2004. The Importance of Awareness for Team Cognition in Distributed Collaboration. *Team cognition Understanding the factors that drive process and performance*, pp.1–33.
- Hall, M. et al., 2009. The WEKA Data Mining Software: An Update. *SIGKDD Explorations*, 11(1), pp.10–18.
- Hardt, D., 2012. *The OAuth 2.0 Authorization Framework*,
- Harness, H. & Grossman, H., 2011. The environmental education through filmmaking project. *Environmental Education Research*, 17(6), pp.829–849.
- Haya, P.A. et al., 2015. Analysing content and patterns of interaction for improving the learning design of networked learning environments. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), pp.300–316.
- Henri, F., 1992. Computer conferencing and content analysis. In *Collaborative learning through computer conferencing: The Najaden Papers*. pp. 117–136.
- Hew, K.F. & Cheung, W.S., 2013. Use of Web 2.0 technologies in K-12 and higher education: The search for evidence-based practice. *Educational Research Review*, 9, pp.47–64. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2012.08.001>.
- Hirumi, A., 2006. Analysing and designing e-learning interactions. In *Interactions in Online Education: Implications for Theory and Practice*. pp. 45–69.
- Hongpaisanwiwat, C., 2006. The comparison study of attention drawing techniques for multimedia learning. In *7th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET*. pp. 652–653.
- Huang, T.S. et al., 2008. Active Learning for Interactive Multimedia Retrieval. *Proceedings of the IEEE*, 96(4), pp.648–667. Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4469875>.
- Jansen, J. & Bulterman, D.C. a., 2009. SMIL State: an architecture and implementation for adaptive time-based web applications. *Multimedia Tools and Applications*, 43(3), pp.203–224.
- Janssen, J., Erkens, G. & Kirschner, P. a., 2011. Group awareness tools: It's what you do with it that matters. *Computers in Human Behavior*, 27(3), pp.1046–1058.

- Johnson, D.W. & Johnson, R.T., 1995. Positive interdependence: Key to effective cooperation. In *Interaction in cooperative groups: The theoretical anatomy of group learning*. pp. 174–199.
- Kaplan, A.M. & Haenlein, M., 2010. Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business Horizons*, 53(1), pp.59–68.
- Kay, M., 2007. XSL Transformations (XSLT) Version 2.0. W3C. Available at: <http://www.w3.org/TR/xslt20/>.
- Kearney, M. et al., 2001. Student and Teacher Perceptions of the Use of Multimedia Supported Predict-Observe-Explain Tasks To Probe Understanding. *Research in Science Education*, 31(4), pp.589–615.
- Keller, J.M., 2010. *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*,
- Kerr, N.L. & Tindale, R.S., 2004. Group performance and decision making. *Annual review of psychology*, 55, pp.623–655.
- Kim, J., Kwon, Y. & Cho, D., 2011. Investigating factors that influence social presence and learning outcomes in distance higher education. *Computers & Education*, 57(2), pp.1512–1520.
- Kolb, D.A. & Cliffs, E., 1984. Experiential learning: Experience as the source of learning and development, David A. Kolb, Prentice-Hall International, Hemel Hempstead, Herts., 1984. No. of pages: xiii + 256. *Journal of Organizational Behavior*, 8, pp.359–360.
- Kothari, C., 2004. *Research methodology: methods and techniques*,
- Kreijns, K., Kirschner, P. a. & Vermeulen, M., 2013. Social Aspects of CSCL Environments: A Research Framework. *Educational Psychologist*, 48(4), pp.229–242.
- Kreijns, K., Kirschner, P.A. & Jochems, W., 2003. Identifying the pitfalls for social interaction in computer-supported collaborative learning environments: a review of the research. *Computers in human behavior*, 19(3), pp.335–353.
- Kunert, T., 2009. *User-Centered Interaction Design Patterns for Interactive Digital Television Applications*,
- Laat, M. et al., 2007. Investigating patterns of interaction in networked learning and computer-supported collaborative learning: A role for Social Network Analysis. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(1), pp.87–103.
- Laiola, R. et al., 2014. Synchronizing Web Documents with Style. In *0th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*. pp. 151–158.
- Leutner, D., 2014. Motivation and emotion as mediators in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, pp.174–175.

- Li, N. et al., 2015. Characterising MOOC Video Behaviours with Video Interaction Styles: What do they tell? In *Proceedings of the 10th European Conference on Technology Enhanced Learning*.
- Llinás, P. et al., 2014. Cliplt: Supporting Social Reflective Learning through Student-Made Educational Videos. In *9th European Conference on Technology Enhanced Learning - EC-TEL 2014*.
- Lockyer, L. & Dawson, S., 2011. Learning designs and learning analytics. In *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge - LAK '11*. New York, New York, USA: ACM Press, p. 153.
- Longmore, M.A., Dunn, D. & Jarboe, G.R., 1996. Learning by doing: Group projects in research methods classes. *Teaching Sociology*, pp.84–91.
- Maldonado, T. & Bonsiepe, G., 1964. Science and Design. *Journal of the Ulm School for Design*.
- Marchand, G.C. & Gutierrez, A.P., 2012. The role of emotion in the learning process: Comparisons between online and face-to-face learning settings. *Internet and Higher Education*, 15(3), pp.150–160. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2011.10.001>.
- Marcos-García, J.-A., Martínez-Monés, A. & Dimitriadis, Y., 2015. DESPRO: A method based on roles to provide collaboration analysis support adapted to the participants in CSCL situations. *Computers & Education*, 82, pp.335–353.
- Marks, S., Wünsche, B. & Windsor, J., 2009. Enhancing Virtual Environment-Based Surgical Teamwork Training With Non-Verbal Communication. In *International Conference on Computer Graphics Theory and Applications (GRAPP)*. pp. 361–366.
- Martínez, a. et al., 2003. Combining qualitative evaluation and social network analysis for the study of classroom social interactions. *Computers and Education*, 41(4), pp.353–368.
- Martínez, J.M., Koenen, R. & Pereira, F., 2002. MPEG-7: The generic multimedia content description standard, Part 1. *IEEE Multimedia*, 9(2), pp.78–87.
- Martínez-monés, A., 2003. *Método y modelo para el apoyo computacional a la evaluación en CSCL*. Universidad de Valladolid.
- Masats, D. & Dooly, M., 2011. Rethinking the use of video in teacher education: A holistic approach. *Teaching and Teacher Education*, 27(7), pp.1151–1162.
- Mayer, R.E., 2014. Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, pp.171–173.
- Mayer, R.E., 2002. Multimedia learning. *Psychology of Learning and Motivation*, 41, pp.85–139.
- Mayer, R.E., 2014. Research-based principles for designing multimedia instruction. *Acknowledgments and Dedication*, 59.

- Mayer, R.E., 2005. The Cambridge handbook of multimedia learning. *Cambridge handbook of multimedia learning*.
- McAuley, a et al., 2010. The MOOC model for digital practice. *Massive Open Online Courses: digital ways of knowing and learning*, pp.1–64.
- McDonald, B. & Noakes, N., 2005. Breaking down learner isolation: How social network analysis informs design and facilitation for online learning. *AERA, Montreal*, ..., pp.1–30.
- McKay, E. & Lenarcic, J., 2015. *Macro-Level Learning Through Massive Open Online Courses (MOOCs): Strategies and Predictions for the Future*,
- McMillan, S.J., 2009. Exploring models of interactivity from multiple research traditions: Users, documents and systems. In *Handbook of New Media. Social Shaping and Social Consequences of ICTs. Updated Student Edition*. pp. 205–229.
- Meinl, T. et al., 2009. The Konstanz Information Miner 2.0. , p.informatik.uni-konstanz.de.
- Meishar-Tal, H., Kurtz, G. & Pieterse, E., 2012. Facebook groups as LMS: A case study. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 13(4), pp.33–48.
- Mekuria, R. et al., 2015. Network support for social 3-D immersive tele-presence with highly realistic natural and synthetic avatar users. In *7th ACM International Workshop on Massively Multiuser Virtual Environments*. ACM, pp. 19–24.
- Melo, E.L. et al., 2012. WebNCL: a web-based presentation machine for multimedia documents. In *18th Brazilian symposium on Multimedia and the web*. pp. 403–410.
- Moreno, R. & Mayer, R., 2007. Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), pp.309–326.
- Multisilta, J. et al., 2010. MoViE: Mobile social video sharing tool for learning applications. In *6th IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education, WMUTE 2010: Mobile Social Media for Learning and Education in Formal and Informal Settings*. pp. 216–218.
- Multisilta, J. & Niemi, H., 2014. Children as co-creators of video stories: Mobile videos for learning. In Information and Communication Technology. In *International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 2014. pp. 588–592.
- Murphy, K.R. & Davidshofer, C.O., 1988. Psychological testing. *Principles, and Applications*, Englewood Cliffs.
- Neo, M. & Neo, K.T.K., 2001. Innovative teaching : Using multimedia in a problem-based learning environment. *Educational Technology & Society*, 4, pp.19–31. Available at: [http://www.ifets.info/journals/4\\_4/neo.html](http://www.ifets.info/journals/4_4/neo.html).
- Neven, F. & Duval, E., 2002. Reusable Learning Objects : a Survey of LOM-Based Repositories. *Evaluation*, 68(4), pp.291–294. Available at: <https://lirias.kuleuven.be/handle/123456789/134106>.

- Nielsen, J., 2005. Ten Usability Heuristics. *Communications of the ACM*, 3(1990), pp.1–2. Available at: [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_list.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html).
- Nurmela, K., Lehtinen, E. & Palonen, T., 1999. Evaluating CSCL Log Files by Social Network Analysis. *Proceedings of the 1999 conference on Computer support for collaborative learning CSCL 99*.
- Oviatt, S., DeAngelis, A. & Kuhn, K., 1997. Integration and synchronization of input modes during multimodal human-computer interaction. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '97*. pp. 415–422.
- Papert, S. & Harel, I., 1991. Situating Constructionism. *Constructionism*, 36, pp.1–11.
- Paul, S. a, Hong, L. & Chi, E.H., 2011. Who Is Authoritative? Understanding Reputation Mechanisms in Quora. *Proceedings of the Collective Intelligence 2012 conference in Cambridge*.
- Perkins, D.N. & Salomon, G., 2006. *Transfer of learning*, Available at: <https://learnweb.harvard.edu/alps/thinking/docs/traencyn.htm>.
- Piaget, J., 1964. Part I: Cognitive development in children: Piaget. Development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), pp.176–186.
- Picciano, A.G., 2002. Beyond student perceptions: Issues of interaction, presence, and performance in an online course. *Journal of Asynchronous Learning Network*, 6(1).
- Plass, J.L. et al., 2014. Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, pp.128–140.
- Preece, J., Rogers, Y. & Sharp, H., 2002. *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*,
- Puntambekar, S., 2006. Analyzing collaborative interactions: divergence, shared understanding and construction of knowledge. *Computers and Education*, 47(3), pp.332–351.
- Rautaray, S. & Agrawal, A., 2015. Vision based hand gesture recognition for human computer interaction: a survey. *Artificial Intelligence Review*, 43(1), pp.1–54.
- Reagan, D., 2010. *Twitter application development for dummies*, John Wiley & Sons.
- Redondo, R., Vilas, A. & Malmierca, M., 2011. Experiencia Piloto para la Provisión de Formación Personalizada en Televisión sobre la Plataforma T-Maestro. *IEEE-RITA*, 6(1), pp.10–18.
- Reffay, C. & Chanier, T., 2003. How social network analysis can help to measure cohesion in collaborative distance learning. *Designing for Change in Networked Learning Environments: Proceedings of the International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*, pp.1–10.
- Rey-López, M. et al., 2008. T-MAESTRO and its authoring tool: Using adaptation to integrate entertainment into personalized t-learning. *Multimedia Tools and Applications*, 40(3), pp.409–451.

- Roblyer, M.D. et al., 2010. Findings on Facebook in higher education: A comparison of college faculty and student uses and perceptions of social networking sites. *The Internet and Higher Education*, 13(3), pp.134–140.
- Rodriguez, P., Ortigosa, Á. & Carro, R.M., 2014. Detecting and making use of emotions to enhance student motivation in e-learning environments. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 24(2), pp.168–183.
- Romero, C. & Ventura, S., 2010. Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(6), pp.601–618.
- Romero, C., Ventura, S. & García, E., 2008. Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers and Education*, 51(1), pp.368–384.
- Romiszowski, A.J., 1984. *Designing instructional systems: Decision making in course planning and curriculum design*, Psychology Press.
- Rouet, J.-F., Potelle, H. & Goumi, A., 2005. The Role of Content Representations in Hypermedia Learning: Effects of Task and Learner Variables. *Knowledge and Information Visualization*, pp.343–354.
- Ruipérez-Valiente, J.A., Muñoz-Merino, P.J. & Kloos, C.D., 2015. A Predictive Model of Learning Gains for a Video and Exercise Intensive Learning Environment. In *Artificial Intelligence in Education*. pp. 760–763.
- Salinas, J., Pérez, A. & de Benito, B., 2008. *Metodologías centradas en el alumno para el aprendizaje en red* Síntesis.,
- Salomon, G. & Perkins, D.N., 1998. Chapter 1: Individual and Social Aspects of Learning. *Review of Research in Education*, 23(1), pp.1–24.
- Salomon, G., Perkins, D.N. & Globerson, T., 1991. Partners in Cognition: Extending Human Intelligence with Intelligent Technologies. *Educational Researcher*, 20(3), pp.2–9.
- Schank, R.C., 1994. Active learning through multimedia. *IEEE Multimedia*, 1(1), pp.69–78.
- Schwan, S. & Riempp, R., 2004. The cognitive benefits of interactive videos: Learning to tie nautical knots. *Learning and Instruction*, 14(3), pp.293–305.
- Schwartz, D.L. & Hartman, K., 2007. It is not television anymore: Designing digital video for learning and assessment. In *Video research in the learning sciences*. pp. 335–348.
- Scolari, C.A., 2009. Transmedia Storytelling: Implicit Consumers, Narrative Worlds, and Branding in Contemporary Media Production. *International Journal of Communication*, 3, p.21.
- Semczko, G., 2007. Coming to Grips with RSS Feeds and Standards. *IEEE Distributed Systems Online*, 8(9).

- Siemens, G., 2010. Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital. In *Conectados en el ciberespacio*. pp. 77–90.
- Siemens, G., 2013. Massive Open Online Courses: Innovation in Education? *Open Educational Resources: Innovation, Research and Practice*, p.5.
- Siemens, G. & Baker, R., 2012. Learning analytics and educational data mining. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge - LAK '12*.
- Slavin, R.E., 1996. Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know , What We Need to Know. *Contemporary Educational Psychology*, 69(1), pp.43–69.
- Soller, A., 2001. Supporting Social Interaction in an Intelligent Collaborative Learning System. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12(1), pp.40–62.
- Stahl, G., 2002. Contributions to a Theoretical Framework for CSCL. *Conference on Computer Support for Collaborative Learning 2002*, (January), pp.62–71.
- Stahl, G., 2011. Theories of cognition in collaborative learning. *International handbook of collaborative learning*., pp.1–19.
- Stirling, A., 2007. A general framework for analysing diversity in science, technology and society. *Journal of the Royal Society, Interface / the Royal Society*, 4(15), pp.707–719.
- Sweller, J., 2010. Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, pp.123–138.
- Talamo, A. & Ligorio, M.B., 2000. Identity in the cyberspace: the social construction of identity through on-line virtual interactions. In *1st Dialogical Self Conference*. pp. 1–17.
- Temmen, K. & Walther, T., 2013. “learning by doing” Improving academic skills. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, pp.118–122.
- Thomas, R.K., 2011. A Comparison of Visual Analog and Graphic Rating Scales in Web-based Surveys. , (March).
- Thormann, J. et al., 2013. Interaction, critical thinking, and social network analysis (SNA) in online courses. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 14(3), pp.294–318.
- Trant, J., 2009. Studying social tagging and folksonomy: A review and framework. *Journal of Digital Information*, 10(1), pp.1–44.
- Urquiza-fuentes, J. et al., 2014. A Social Platform Supporting Learning through Video Creation by Students. *19th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE'2014*, p.2602685.
- Valente, T.W. et al., 2008. How Correlated Are Network Centrality Measures? *Connections (Toronto, Ont.)*, 28(1), pp.16–26.

- Viel, C.C. et al., 2013. Go beyond boundaries of iTV applications. In *Proceedings of the 2013 ACM symposium on Document engineering - DocEng '13*. p. 263.
- Wang, S., Lo, D. & Jiang, L., 2013. An empirical study on developer interactions in StackOverflow. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, pp.1019–1024.
- Wilcoxon, F., 1946. Individual comparisons of grouped data by ranking methods. *Journal of economic entomology*, 39, p.269.
- Wise, A. et al., 2004. The Effects of Teacher Social Presence on Student Satisfaction, Engagement, and Learning. *Journal of Educational Computing Research*, 31(3), pp.247–271.
- Wu, H.K. et al., 2013. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Education*, 62, pp.41–49.
- Xiao, Y. et al., 2007. Internet protocol television (IPTV): The killer application for the next-generation internet. *IEEE Communications Magazine*, 45(11), pp.126–134.
- Yousef, A. & Chatti, M., 2014. Video-based learning :A critical analysis of the research published in 2003-2013 and future visions. In *eLmL 2014: The Sixth International Conference on Mobile, Hybrid and On-line Learning*. pp. 112–119.
- Zhang, D. et al., 2006. Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information & Management*, 43(1), pp.15–27.
- Zimmermann, M., 2011. Adaption of multimedia E-Learning services to mobile environments. In *2011 IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2011*. pp. 671–678.
- Zollman, D. a. & Fuller, R.G., 1994. Teaching and Learning Physics with Interactive Video. *Physics Today*, 47(4), p.41.



# APÉNDICE A. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN: CASOS DE ESTUDIO DE TIPO PRODUCTOR

## I. PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

En una escala Likert de 1 a 10, ¿Qué tan de acuerdo o desacuerdo estás con las siguientes afirmaciones? 0: Totalmente en desacuerdo. 10: Totalmente de acuerdo.

### A. Medida de satisfacción global de la experiencia

Q1.¿Cuál es su nivel de satisfacción frente a la experiencia desarrollada en la asignatura?

### B. Método Global

Q2.¿Cuál es su nivel de satisfacción frente a la metodología desarrollada como estrategia de aprendizaje colaborativo?

### Planeación

Q3.¿Cuán de acuerdo está en que hubo una definición clara y coherencia de los roles y tareas propuestos para la actividad?

Q4.¿Cuán de acuerdo está en que hubo un acompañamiento adecuado por parte del personal docente para lograr con éxito cada tarea propuesta?

Q5.¿Cuán de acuerdo está en que el cronograma propuesto se ajustó adecuadamente al esfuerzo de cada actividad?

### Fundamentos

Q6.¿Cuán de acuerdo está en que los videos fueron recursos adecuados para su aprendizaje en esta asignatura?

Q7.¿Cuán de acuerdo está en que los pasos propuestos en la metodología orientan la generación de material educativo multimedia-interactivo de calidad y pertinencia?

Q8.¿Cuán de acuerdo está en que las actividades desarrolladas promovieron habilidades de trabajo grupal, tales como pensamiento crítico, comunicación y aprendizaje autónomo?

Q9.¿Cuán de acuerdo está en que la creación de los *guiones* le ayudó a comprender mejor la temática planteada en la asignatura?

### Esfuerzo

Q10.¿Cuán de acuerdo está en que el esfuerzo en cada tarea fue proporcional al nivel de aprendizaje logrado con cada actividad?

Q11.¿Cuánto esfuerzo dedico a la tarea de búsqueda e indexación de recursos?

Q12.¿Cuánto esfuerzo dedico a la tarea de comentar los recursos?

Q13.¿Cuánto esfuerzo dedico a la tarea de valorar los recursos?

Q14.¿Cuánto esfuerzo dedico a la tarea de creación de los guiones?

## **Iteración**

Q15.¿Cuál es tu nivel de satisfacción en el aprendizaje alcanzado comparando el segundo ciclo de entrega de guiones respecto con el primero?

## **Motivación**

Q16.¿Cuán de acuerdo está en que la experiencia lo motivó a aprender?

Q17.¿Qué actividad le motivó más? (Abierta)

Q18.¿Qué actividad le motivó menos? (Abierta)

Q19.¿Cómo podríamos hacer para que la experiencia fuese más colaborativa, motivadora y eficaz? (Abierta)

## **C. Entorno**

### **Global**

Q20.¿Cuál es su nivel de satisfacción global frente al entorno utilizado en esta experiencia?

Q21.¿Cuán de acuerdo está en que la herramienta asiste adecuadamente las actividades propuestas en la metodología?

Q22.¿Qué características o servicios de la herramienta destacaría como lo mejor? (Abierta)

Q23.¿Qué características o servicios de la herramienta destacaría como lo peor? (Abierta)

Q24.¿Qué otro mecanismo de interactividad recomienda integrar? (Abierta)

Q25.¿Qué servicio o característica de la herramienta utilizó más? (Abierta)

### **Usabilidad**

Q26.¿Cuán de acuerdo está en que los servicios del entorno reflejan un propósito claro y coherente?

Q27.¿Cuál es su nivel de satisfacción frente a los mecanismos utilizados para representar su desempeño y el de sus compañeros en las distintas actividades (vista de comunidad)?

Q28.¿Cuán de acuerdo está en que el diseño del entorno es agradable y útil?

Q29.¿Cuán de acuerdo está en que el lenguaje textual y gráfico utilizado en el entorno es cercano y claro?

Q30.¿Cuán de acuerdo está en que la navegación por la estructura del entorno es fácil?

Q31.¿Cuán de acuerdo está en que cada vista del entorno evita la sobrecarga de información?

Q32.¿Cuán de acuerdo está en que existe un sistema de búsqueda omnipresente que ofrece resultados claros y oportunos?

Q33.¿Cuán de acuerdo está en que el tamaño, fuente y contraste del contenido facilita su lectura y accesibilidad?

Q34.¿Cuán de acuerdo está en que el tiempo de respuesta del entorno es adecuado?

Q35.¿Percibió problemas de accesibilidad o usabilidad en la aplicación? (Abierta)

## **Utilidad de los Mecanismos**

Q36.¿Cuán de acuerdo está en que el mecanismo de comentarios son útiles para clasificar los contenidos e identificar conceptos claves?

Q37.¿Cuán de acuerdo está en que combinar elementos como textos, imágenes, cuestionario, enlaces, y videos es útil para su aprendizaje?

Q38.¿Cuán de acuerdo está en que los mecanismos de votaciones en vídeos y etiquetas facilitan la identificación de recursos de calidad pertinentes para la asignatura?

Q39.¿Cuán de acuerdo está en que los mecanismos de diseño y composición de material son pertinentes y útiles para su aprendizaje?

Q40.¿Cuán de acuerdo está en que los mecanismos de interactividad soportados en los guiones son pertinentes y útiles para su aprendizaje?

## **D. Resultados**

### **Aprendizaje**

Q41.¿Cuál es su nivel de satisfacción frente al aprendizaje logrado con la experiencia en conjunto?

Q42.¿Cuál es su nivel de satisfacción frente al aprendizaje logrado en la búsqueda de indexación de vídeos?

Q43.¿Cuál es su nivel de satisfacción frente al aprendizaje logrado en la estructuración de recursos?

Q44.¿Cuál es su nivel de satisfacción frente al aprendizaje logrado en la composición de los guiones?

Q45.¿Cuál es su nivel de satisfacción frente al aprendizaje logrado en la socialización de los guiones?

### **Salidas**

Q46.¿Cuál es su nivel de satisfacción frente a los *guiones* que usted y sus compañeros han generado?

## **E. Aspectos del modelo arquitecticos**

### **Integración con Redes Sociales**

Q47.¿Cómo crees que la integración con la Red Social Facebook afectó en su experiencia de usuario? (Abierta)

Q48.¿Crees que tu motivación y desempeño hubiese sido igual si en vez de Facebook utilizáremos Moodle como entorno de gestión de grupo y notificaciones? (Abierta)

### **Idioma**

Q49.¿Disponer de material en idioma inglés aportó a su motivación y aprendizaje? (Sí/No)

### **Recomendación**

Q50.¿Recomendaría la plataforma a amigos o colegas? (Sí/No)

Q51.¿Repetiría esta experiencia en otras áreas de interés? (Sí/No)

## Otras Plataformas

Q52. ¿Sería útil disponer de una versión para dispositivos móviles del reproductor de Guiones? (Sí/No)

Q53. ¿Sería útil disponer de los Guiones de aprendizaje sobre plataformas móviles o de televisión digital? (Sí/No)

## II. RESUMEN DE VARIABLES Y RESULTADOS

Total de muestras: 22. Índice de fiabilidad (Alpha de Cronbach): 0.78

NOMBRE DE VARIABLE	MEDIA	IC (95%)
<b>Q1.GLOBAL</b>	0,80	[0,70 , 0,90]
<b>Q2.METHOD.GLOBAL</b>	0,75	[0,65 , 0,85]
<b>Q3.METHOD.PLANIFICATION.COHERENCE</b>	0,80	[0,70 , 0,90]
<b>Q4.METHOD.PLANIFICATION.TEACHER.PRESENCE</b>	0,80	[0,67 , 0,93]
<b>Q5.METHOD.PLANIFICATION.DEADLINES</b>	0,75	[0,68 , 0,82]
<b>Q6.METHOD.FUNDAMENTS.VIDEO</b>	0,80	[0,67 , 0,93]
<b>Q7.METHOD.FUNDAMENTS.DESIGN.GMA</b>	0,80	[0,70 , 0,90]
<b>Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS</b>	0,85	[0,75 , 0,95]
<b>Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.OBJECT</b>	0,85	[0,78 , 0,92]
<b>Q10.METHOD.EFFORT.VS.LEARNING</b>	0,75	[0,65 , 0,85]
<b>Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION</b>	0,80	[0,70 , 0,90]
<b>Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT</b>	0,80	[0,68 , 0,92]
<b>Q13.METHOD.EFFORT.SOCIAL.VOTE</b>	0,70	[0,54 , 0,86]
<b>Q14.METHOD.EFFORT.AUTHORING</b>	0,90	[0,78 , 1,02]
<b>Q15.METHOD.ITERATION</b>	0,70	[0,60 , 0,80]
<b>Q16.METHOD.MOTIVATION</b>	0,80	[0,70 , 0,90]
<b>Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL</b>	0,80	[0,73 , 0,87]
<b>Q21.ENVIRONMENT.SUPPORT.METHOD</b>	0,80	[0,70 , 0,90]
<b>Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE</b>	0,80	[0,73 , 0,87]
<b>Q27.ENVIRONMENT.USABILITY.AWARENESS</b>	0,80	[0,73 , 0,87]
<b>Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION</b>	0,70	[0,63 , 0,77]
<b>Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY</b>	0,80	[0,73 , 0,87]
<b>Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION</b>	0,70	[0,57 , 0,83]
<b>Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD</b>	0,70	[0,63 , 0,77]
<b>Q32.ENVIRONMENT.USABILITY.SEARCH</b>	0,70	[0,63 , 0,77]
<b>Q34.ENVIRONMENT.USABILITY.PERFORMANCE</b>	0,70	[0,60 , 0,80]
<b>Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS</b>	0,80	[0,70 , 0,90]
<b>Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA</b>	0,80	[0,70 , 0,90]
<b>Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS</b>	0,90	[0,80 , 1,00]
<b>Q39.ENVIRONMENT.UTILITY.AUTHORING</b>	0,75	[0,62 , 0,88]
<b>Q40.ENVIRONMENT.UTILITY.INTERACTIVITY</b>	0,75	[0,65 , 0,85]
<b>Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL</b>	0,80	[0,73 , 0,87]
<b>Q42.RESULTS.LEARNING.ANALYSIS</b>	0,80	[0,73 , 0,87]
<b>Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS</b>	0,75	[0,65 , 0,85]

<b>Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION</b>	0,75	[0,65 , 0,85]
<b>Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME</b>	0,80	[0,70 , 0,90]
<b>Q46.RESULTS.OUTCOME</b>	0,80	[0,73 , 0,87]



# APÉNDICE B. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN: CASO DE ESTUDIO DE TIPO CONSUMIDOR

## I. PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

En una escala Likert de 1 a 4, ¿Qué tan de acuerdo o desacuerdo estás con las siguientes afirmaciones? 1: Totalmente en desacuerdo. 4: Totalmente de acuerdo.

### A. Motivación

#### Atención

- Q1. El uso de material multimedia en los recursos captó mi atención.  
Q2. La interactividad en los recursos hizo que mantuviera mi atención en el contenido.

#### Confianza

- Q3. El uso de material multimedia me ayudó a ganar confianza para realizar el control intermedio de los temas.  
Q4. Responder a las preguntas de los recursos me ayudó a ganar confianza para realizar el control intermedio de los temas.

#### Relevancia

- Q5. La información presentada en los recursos era relevante para aprender los temas de la asignatura.  
Q6. Después de ver cada recurso sentía motivación por buscar más información sobre los temas expuestos.  
Q7. Las preguntas realizadas fueron pertinentes y me ayudaron a reflexionar sobre los contenidos presentados.

#### Satisfacción

- Q8. Me gustó que los recursos de apoyo tuvieran contenidos multimedia.  
Q9. Me gustó que los recursos de apoyo fueran interactivos.

### B. Formato

#### Completo

- Q10. El formato multimedia-interactivo me resultó suficientemente completo para un recurso educativo.

#### Didáctico

- Q11. El formato multimedia-interactivo me resultó entretenido y me permitió entender más fácilmente los temas.

#### Efectivo

- Q12. Aprendí más viendo e interactuando con los recursos, que si hubiera solamente visto los recursos.

## C. Interactividad

### Sobrecarga

Q13. Los elementos con baja interacción, como los ejemplos de HTML5 del primer tema, me resultaron más adecuados y me ayudaron a comprender mejor los temas.

Q14. Los elementos con alta interacción, como el simulador SQL del segundo tema, me resultaron más adecuados y me ayudaron a comprender mejor los temas.

### Interacción Social

Q15. Me gustó poder expresar mi opinión sobre los contenidos de los vídeos a través de los comentarios y votos.

Q16. Me gustó poder ver y compartir públicamente comentarios con mis compañeros.

Q17. Me gustó poder dar mi apreciación a los vídeos a través del voto anónimo.

### D. Integración con las Redes

Q18. Después de participar en esta experiencia, creo que compartir mi perfil Facebook para actividades de aprendizaje no pone en riesgo mi privacidad.

Q19. Me gustaría que hubieran más aplicaciones educativas que pudieran ser integradas con mi cuenta Facebook.

Q20. Creo que este tipo de aplicaciones académicas solo deberían estar integradas con entornos académicos como Moddle.

## II. RESUMEN DE VARIABLES Y RESULTADOS

Total de muestras: 132. Índice de fiabilidad (Alpha de Cronbach): 0,92

NOMBRE DE VARIABLE	MEDIA	IC (95%)
Q1.MOTIVATION.ATTENTION.MULTIMEDIA	0,5	[0,47 , 0,53]
Q2.MOTIVATION.ATTENTION.INTERACTIVITY	0,5	[0,45 , 0,55]
Q3.MOTIVATION.CONFIDENCE.MULTIMEDIA	0,5	[0,43 , 0,57]
Q4.MOTIVATION.CONFIDENCE.INTERACTIVITY	0,5	[0,43 , 0,57]
Q5.MOTIVATION.RELEVANCE	0,5	[0,47 , 0,53]
Q6.MOTIVATION.RELEVANCE.CURIOSITY	0,5	[0,43 , 0,57]
Q7.MOTIVATION.RELEVANCE.REFLEXION	0,5	[0,47 , 0,53]
Q8.MOTIVATION.SATISFACTION.MULTIMEDIA	0,75	[0,72 , 0,78]
Q9.MOTIVATION.SATISFACTION.INTERACTIVITY	0,75	[0,72 , 0,78]
Q10.FORMAT.COMPLETE	0,75	[0,72 , 0,78]
Q11.FORMAT.DIDACTIC	0,625	[0,59 , 0,66]
Q12.FORMAT.EFFECTIVE	0,75	[0,72 , 0,78]
Q13.INTERACTIVITY.OVERLOAD.LOW	0,5	[0,47 , 0,53]
Q14.INTERACTIVITY.OVERLOAD.HIGH	0,5	[0,47 , 0,53]
Q15.INTERACTIVITY.SOCIAL.GLOBAL	0,75	[0,72 , 0,78]
Q16.INTERACTIVITY.SOCIAL.PUBLIC	0,75	[0,72 , 0,78]
Q17.INTERACTIVITY.SOCIAL.ANONIMOUS	0,75	[0,70 , 0,80]
Q18.SOCIALMEDIA.PRIVACY	0,25	[0,22 , 0,28]
Q19.SOCIALMEDIA.FACEBOOK	0,25	[0,22 , 0,28]
Q20.SOCIALMEDIA.LMS	1	[0,97 , 1,03]

# APÉNDICE C. FICHERO DE EVENTOS DEL SISTEMA

## I. REGISTRO DE EVENTOS DEL SISTEMA

### Procedimiento para la extracción del fichero

- a. Se toman todos los registros ordenados cronológicamente asociados con el grupo.
- b. Se asocia una sesión 1 por defecto al primer registro de cada usuario y se establece como fecha del último evento, la fecha de dicho registro.
- c. Se calcula la diferencia de tiempo entre dos eventos sucesivos del mismo usuario, si este tiempo supera los 30min, se considera parte de otra sesión y se restablece la fecha a la actual, en caso contrario se asocia a la anterior.
- d. Se imprime en pantalla todos los registros de evento incluyendo un identificador de sesión y el tiempo desde el último evento.
- e. Se actualiza la fecha del último evento al evento actual.

### Ejemplo de salida

Session	Time	Date	Author	Event	Parameter	Details	
1	0	2011-10-04	08:42:13	31	aResource	773	NA
1	16	2011-10-04	08:42:29	31	eResource	773	NA
1	0	2011-10-04	08:42:29	31	vResource	773	NA
1	20	2011-10-04	08:42:49	31	rResource	773	NA
1	0	2011-10-04	10:22:31	8	vGroup	87	NA
1	0	2011-10-04	11:37:47	9	login	NA	NA
1	0	2011-10-04	11:37:47	9	vGroup	136	NA
1	6	2011-10-04	11:37:53	9	vResource	773	NA
2	0	2011-10-04	12:14:51	8	vResource	773	NA
2	49	2011-10-04	12:15:40	8	vGroup	87	NA
1	0	2011-10-04	12:16:45	1	vResource	773	NA
1	0	2011-10-04	12:29:11	33	vResource	773	NA
1	831	2011-10-04	12:30:36	1	vResource	773	NA
1	0	2011-10-04	12:33:36	32	vResource	773	NA
1	366	2011-10-04	12:35:17	33	vResource	773	NA
1	992	2011-10-04	12:51:49	33	vGroup	137	NA
2	0	2011-10-04	14:52:55	31	login	NA	NA
2	0	2011-10-04	14:52:55	31	vGroup	136	NA
2	0	2011-10-04	14:56:35	1	vGroup	87	NA
2	694	2011-10-04	15:04:29	31	aResource	776	NA
2	864	2011-10-04	15:10:59	1	vResource	776	NA
2	468	2011-10-04	15:18:47	1	vGroup	87	NA
3	0	2011-10-04	19:14:18	31	login	NA	NA
3	0	2011-10-04	19:14:18	31	vGroup	136	NA
3	0	2011-10-04	19:14:18	31	vResource	776	NA
3	1313	2011-10-04	19:36:11	31	vResource	776	NA
3	10	2011-10-04	19:36:21	31	dResource	776	NA
4	0	2011-10-05	00:10:15	31	login	NA	NA
4	0	2011-10-05	00:10:15	31	vGroup	136	NA
2	0	2011-10-05	11:51:27	9	login	NA	NA
2	0	2011-10-05	11:51:27	9	vGroup	136	NA

# APÉNDICE D. CORRELACION DENTRE LAS VARIABLES DE OPINIÓN Y LAS VARIABLES DE ACCIÓN

Tabla de resultados del test de correlación entre las variables de opinión, que miden la satisfacción de los estudiantes, y las variables de acción, que representan la interacción con el entorno. Todas las medidas consideran un p-value<0.05.

VARIABLE DE OPINIÓN	VARIABLE DE ACCIÓN	COR
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	aAnnotation.action.length	0,54
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	aAnnotation.action.length	0,82
Q13.METHOD.EFFORT.SOCIAL.VOTE	aAnnotation.action.length	0,74
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	aAnnotation.action.length	0,51
Q1.GLOBAL	aAnnotation.action.mean	-0,51
Q2.METHOD.GLOBAL	aAnnotation.action.mean	-0,61
Q3.METHOD.PLANIFICATION.COHERENCE	aAnnotation.action.mean	-0,62
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	aAnnotation.action.mean	-0,67
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.OBJECT	aAnnotation.action.mean	-0,59
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	aAnnotation.action.mean	-0,66
Q15.METHOD.ITERATION	aAnnotation.action.mean	-0,67
Q16.METHOD.MOTIVATION	aAnnotation.action.mean	-0,68
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	aAnnotation.action.mean	-0,77
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	aAnnotation.action.mean	-0,70
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	aAnnotation.action.mean	-0,73
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	aAnnotation.action.mean	-0,73
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	aAnnotation.action.mean	-0,70
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	aAnnotation.action.mean	-0,68
Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD	aAnnotation.action.mean	-0,57
Q32.ENVIRONMENT.USABILITY.SEARCH	aAnnotation.action.mean	-0,62
Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS	aAnnotation.action.mean	-0,60
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	aAnnotation.action.mean	-0,69
Q40.ENVIRONMENT.UTILITY.INTERACTIVITY	aAnnotation.action.mean	-0,60
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	aAnnotation.action.mean	-0,63
Q42.RESULTS.LEARNING.ANALYSIS	aAnnotation.action.mean	-0,54
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	aAnnotation.action.mean	-0,53
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	aAnnotation.action.mean	-0,63
Q3.METHOD.PLANIFICATION.COHERENCE	aAnnotation.action.sd	-0,67
Q15.METHOD.ITERATION	aAnnotation.action.sd	-0,57
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	aAnnotation.action.sd	-0,63
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	aAnnotation.action.sd	-0,57
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	aAnnotation.action.sd	-0,56
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	aAnnotation.action.sd	-0,56

Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	aAnnotation.action.sd	-0,52
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	aAnnotation.action.sd	-0,52
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	aAnnotation.action.sd	-0,54
Q3.METHOD.PLANIFICATION.COHERENCE	aAnnotation.action.var	-0,67
Q4.METHOD.PLANIFICATION.TEACHER.PRESE	aAnnotation.action.var	-0,51
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	aAnnotation.action.var	-0,51
Q15.METHOD.ITERATION	aAnnotation.action.var	-0,58
Q16.METHOD.MOTIVATION	aAnnotation.action.var	-0,51
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	aAnnotation.action.var	-0,64
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	aAnnotation.action.var	-0,58
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	aAnnotation.action.var	-0,60
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	aAnnotation.action.var	-0,60
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	aAnnotation.action.var	-0,56
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	aAnnotation.action.var	-0,55
Q32.ENVIRONMENT.USABILITY.SEARCH	aAnnotation.action.var	-0,53
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	aAnnotation.action.var	-0,55
Q1.GLOBAL	action.days.cv	0,51
Q2.METHOD.GLOBAL	action.days.cv	0,53
Q3.METHOD.PLANIFICATION.COHERENCE	action.days.cv	0,62
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	action.days.cv	0,62
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	action.days.cv	0,50
Q15.METHOD.ITERATION	action.days.cv	0,71
Q16.METHOD.MOTIVATION	action.days.cv	0,60
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	action.days.cv	0,50
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	action.days.cv	0,55
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	action.days.cv	0,64
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	action.days.cv	0,64
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	action.days.cv	0,63
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	action.days.cv	0,51
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	action.days.cv	0,50
Q42.RESULTS.LEARNING.ANALYSIS	action.days.cv	0,53
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	action.days.cv	0,58
Q2.METHOD.GLOBAL	action.days.mean	-0,51
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	action.days.mean	-0,60
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	action.days.mean	-0,57
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	action.days.mean	-0,56
Q15.METHOD.ITERATION	action.days.mean	-0,54
Q16.METHOD.MOTIVATION	action.days.mean	-0,61
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	action.days.mean	-0,58
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	action.days.mean	-0,59
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	action.days.mean	-0,63
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	action.days.mean	-0,63
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	action.days.mean	-0,73
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	action.days.mean	-0,66
Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS	action.days.mean	-0,52

Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	action.days.mean	-0,50
Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS	action.days.mean	-0,59
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	action.days.mean	-0,50
Q42.RESULTS.LEARNING.ANALYSIS	action.days.mean	-0,52
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	action.days.mean	-0,54
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	action.days.mean	-0,51
Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME	action.days.mean	-0,53
Q2.METHOD.GLOBAL	action.sessions.mean	-0,54
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	action.sessions.mean	-0,57
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	action.sessions.mean	-0,54
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	action.sessions.mean	-0,55
Q15.METHOD.ITERATION	action.sessions.mean	-0,53
Q16.METHOD.MOTIVATION	action.sessions.mean	-0,60
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	action.sessions.mean	-0,56
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	action.sessions.mean	-0,60
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	action.sessions.mean	-0,60
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	action.sessions.mean	-0,60
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	action.sessions.mean	-0,67
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	action.sessions.mean	-0,62
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	action.sessions.mean	-0,50
Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS	action.sessions.mean	-0,60
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	action.sessions.mean	-0,51
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	action.sessions.mean	-0,50
Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME	action.sessions.mean	-0,53
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	action.sessions.var	-0,52
Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS	action.sessions.var	-0,56
Q1.GLOBAL	aResource.action.length	0,51
Q2.METHOD.GLOBAL	aResource.action.length	0,57
Q4.METHOD.PLANIFICATION.TEACHER.PRESEN	aResource.action.length	0,59
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	aResource.action.length	0,51
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	aResource.action.length	0,54
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	aResource.action.length	0,66
Q13.METHOD.EFFORT.SOCIAL.VOTE	aResource.action.length	0,60
Q15.METHOD.ITERATION	aResource.action.length	0,52
Q16.METHOD.MOTIVATION	aResource.action.length	0,53
Q21.ENVIRONMENT.SUPPORT.METHOD	aResource.action.length	0,55
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	aResource.action.length	0,52
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	aResource.action.length	0,51
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	aResource.action.length	0,51
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	aResource.action.length	0,52
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	aResource.action.length	0,51
Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD	aResource.action.length	0,55
Q27.ENVIRONMENT.USABILITY.AWARENESS	aResource.action.length	0,57
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	aResource.action.length	0,56
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	aResource.action.mean	-0,59

Q13.METHOD.EFFORT.SOCIAL.VOTE	aResource.action.mean	-0,62
Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME	aResource.action.mean	-0,54
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	aResource.action.sd	-0,55
Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME	aResource.action.sd	-0,51
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	aResource.action.var	-0,51
Q10.METHOD.EFFORT.VS.LEARNING	eComposition.action.cv	0,52
Q15.METHOD.ITERATION	eComposition.action.cv	0,51
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	eComposition.action.cv	0,57
Q1.GLOBAL	eComposition.action.length	0,63
Q7.METHOD.FUNDAMENTS.DESIGN.GMA	eComposition.action.length	0,60
Q10.METHOD.EFFORT.VS.LEARNING	eComposition.action.length	0,53
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	eComposition.action.length	0,72
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	eComposition.action.length	0,55
Q13.METHOD.EFFORT.SOCIAL.VOTE	eComposition.action.length	0,65
Q14.METHOD.EFFORT.AUTHORING	eComposition.action.length	0,62
Q15.METHOD.ITERATION	eComposition.action.length	0,64
Q16.METHOD.MOTIVATION	eComposition.action.length	0,52
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	eComposition.action.length	0,53
Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD	eComposition.action.length	0,53
Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS	eComposition.action.length	0,54
Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS	eComposition.action.length	0,51
Q39.ENVIRONMENT.UTILITY.AUTHORING	eComposition.action.length	0,61
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	eComposition.action.length	0,66
Q42.RESULTS.LEARNING.ANALYSIS	eComposition.action.length	0,56
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	eComposition.action.length	0,61
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	eComposition.action.length	0,68
Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME	eComposition.action.length	0,70
Q44.RESULTS.OUTCOME	eComposition.action.length	0,65
Q5.METHOD.PLANIFICATION.DEADLINES	efficient.days	0,61
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	efficient.days	0,54
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	efficient.days	0,50
Q5.METHOD.PLANIFICATION.DEADLINES	efficient.sessions	0,62
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	rResource.action.length	0,61
Q13.METHOD.EFFORT.SOCIAL.VOTE	rResource.action.length	0,52
Q27.ENVIRONMENT.USABILITY.AWARENESS	rResource.action.length	0,50
Q1.GLOBAL	rResource.action.mean	-0,51
Q2.METHOD.GLOBAL	rResource.action.mean	-0,56
Q7.METHOD.FUNDAMENTS.DESIGN.GMA	rResource.action.mean	-0,68
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	rResource.action.mean	-0,71
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	rResource.action.mean	-0,73
Q10.METHOD.EFFORT.VS.LEARNING	rResource.action.mean	-0,60
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	rResource.action.mean	-0,63
Q16.METHOD.MOTIVATION	rResource.action.mean	-0,68
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	rResource.action.mean	-0,80
Q21.ENVIRONMENT.SUPPORT.METHOD	rResource.action.mean	-0,72

Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	rResource.action.mean	-0,81
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	rResource.action.mean	-0,78
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	rResource.action.mean	-0,78
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	rResource.action.mean	-0,84
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	rResource.action.mean	-0,71
Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD	rResource.action.mean	-0,72
Q32.ENVIRONMENT.USABILITY.SEARCH	rResource.action.mean	-0,72
Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS	rResource.action.mean	-0,65
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	rResource.action.mean	-0,77
Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS	rResource.action.mean	-0,73
Q40.ENVIRONMENT.UTILITY.INTERACTIVITY	rResource.action.mean	-0,68
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	rResource.action.mean	-0,62
Q42.RESULTS.LEARNING.ANALYSIS	rResource.action.mean	-0,52
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	rResource.action.mean	-0,56
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	rResource.action.mean	-0,63
Q7.METHOD.FUNDAMENTS.DESIGN.GMA	rResource.action.sd	-0,53
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	rResource.action.sd	-0,56
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	rResource.action.sd	-0,59
Q10.METHOD.EFFORT.VS.LEARNING	rResource.action.sd	-0,51
Q16.METHOD.MOTIVATION	rResource.action.sd	-0,54
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	rResource.action.sd	-0,70
Q21.ENVIRONMENT.SUPPORT.METHOD	rResource.action.sd	-0,63
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	rResource.action.sd	-0,74
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	rResource.action.sd	-0,64
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	rResource.action.sd	-0,64
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	rResource.action.sd	-0,74
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	rResource.action.sd	-0,58
Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD	rResource.action.sd	-0,60
Q32.ENVIRONMENT.USABILITY.SEARCH	rResource.action.sd	-0,59
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	rResource.action.sd	-0,70
Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS	rResource.action.sd	-0,63
Q40.ENVIRONMENT.UTILITY.INTERACTIVITY	rResource.action.sd	-0,61
Q7.METHOD.FUNDAMENTS.DESIGN.GMA	rResource.action.var	-0,59
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	rResource.action.var	-0,59
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	rResource.action.var	-0,64
Q10.METHOD.EFFORT.VS.LEARNING	rResource.action.var	-0,55
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	rResource.action.var	-0,51
Q16.METHOD.MOTIVATION	rResource.action.var	-0,58
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	rResource.action.var	-0,69
Q21.ENVIRONMENT.SUPPORT.METHOD	rResource.action.var	-0,70
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	rResource.action.var	-0,75
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	rResource.action.var	-0,63
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	rResource.action.var	-0,63
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	rResource.action.var	-0,72
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	rResource.action.var	-0,59

Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD	rResource.action.var	-0,67
Q32.ENVIRONMENT.USABILITY.SEARCH	rResource.action.var	-0,64
Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS	rResource.action.var	-0,55
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	rResource.action.var	-0,68
Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS	rResource.action.var	-0,69
Q40.ENVIRONMENT.UTILITY.INTERACTIVITY	rResource.action.var	-0,60
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	rResource.action.var	-0,52
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	rResource.action.var	-0,51
Q1.GLOBAL	sessions.cv	0,51
Q2.METHOD.GLOBAL	sessions.cv	0,53
Q3.METHOD.PLANIFICATION.COHERENCE	sessions.cv	0,62
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	sessions.cv	0,62
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	sessions.cv	0,50
Q15.METHOD.ITERATION	sessions.cv	0,71
Q16.METHOD.MOTIVATION	sessions.cv	0,60
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	sessions.cv	0,50
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	sessions.cv	0,55
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	sessions.cv	0,64
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	sessions.cv	0,64
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	sessions.cv	0,63
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	sessions.cv	0,51
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	sessions.cv	0,50
Q42.RESULTS.LEARNING.ANALYSIS	sessions.cv	0,53
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	sessions.cv	0,58
Q1.GLOBAL	sessions.length	0,65
Q2.METHOD.GLOBAL	sessions.length	0,60
Q3.METHOD.PLANIFICATION.COHERENCE	sessions.length	0,55
Q7.METHOD.FUNDAMENTS.DESIGN.GMA	sessions.length	0,57
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	sessions.length	0,62
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	sessions.length	0,63
Q10.METHOD.EFFORT.VS.LEARNING	sessions.length	0,55
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	sessions.length	0,73
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	sessions.length	0,73
Q13.METHOD.EFFORT.SOCIAL.VOTE	sessions.length	0,76
Q14.METHOD.EFFORT.AUTHORING	sessions.length	0,52
Q15.METHOD.ITERATION	sessions.length	0,69
Q16.METHOD.MOTIVATION	sessions.length	0,68
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	sessions.length	0,61
Q21.ENVIRONMENT.SUPPORT.METHOD	sessions.length	0,65
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	sessions.length	0,64
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	sessions.length	0,58
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	sessions.length	0,58
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	sessions.length	0,66
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	sessions.length	0,74
Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD	sessions.length	0,63

Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS	sessions.length	0,65
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	sessions.length	0,57
Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS	sessions.length	0,59
Q39.ENVIRONMENT.UTILITY.AUTHORING	sessions.length	0,63
Q40.ENVIRONMENT.UTILITY.INTERACTIVITY	sessions.length	0,59
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	sessions.length	0,68
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	sessions.length	0,77
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	sessions.length	0,59
Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME	sessions.length	0,74
Q44.RESULTS.OUTCOME	sessions.length	0,51
Q2.METHOD.GLOBAL	sessions.mean	-0,51
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	sessions.mean	-0,60
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	sessions.mean	-0,57
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	sessions.mean	-0,56
Q15.METHOD.ITERATION	sessions.mean	-0,54
Q16.METHOD.MOTIVATION	sessions.mean	-0,61
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	sessions.mean	-0,58
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	sessions.mean	-0,59
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	sessions.mean	-0,63
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	sessions.mean	-0,63
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	sessions.mean	-0,73
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	sessions.mean	-0,66
Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS	sessions.mean	-0,52
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	sessions.mean	-0,50
Q38.ENVIRONMENT.UTILITY.VOTE.TAGS	sessions.mean	-0,59
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	sessions.mean	-0,50
Q42.RESULTS.LEARNING.ANALYSIS	sessions.mean	-0,52
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	sessions.mean	-0,54
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	sessions.mean	-0,51
Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME	sessions.mean	-0,53
Q3.METHOD.PLANIFICATION.COHERENCE	time.days.cv	0,51
Q15.METHOD.ITERATION	time.days.cv	0,64
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	time.days.cv	0,53
Q1.GLOBAL	time.days.sum	0,68
Q2.METHOD.GLOBAL	time.days.sum	0,64
Q7.METHOD.FUNDAMENTS.DESIGN.GMA	time.days.sum	0,55
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	time.days.sum	0,55
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	time.days.sum	0,57
Q10.METHOD.EFFORT.VS.LEARNING	time.days.sum	0,52
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	time.days.sum	0,66
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	time.days.sum	0,77
Q13.METHOD.EFFORT.SOCIAL.VOTE	time.days.sum	0,75
Q15.METHOD.ITERATION	time.days.sum	0,54
Q16.METHOD.MOTIVATION	time.days.sum	0,55
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	time.days.sum	0,56

Q21.ENVIRONMENT.SUPPORT.METHOD	time.days.sum	0,63
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	time.days.sum	0,54
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	time.days.sum	0,51
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	time.days.sum	0,51
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	time.days.sum	0,58
Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD	time.days.sum	0,66
Q34.ENVIRONMENT.USABILITY.PERFORMANCE	time.days.sum	0,59
Q27.ENVIRONMENT.USABILITY.AWARENESS	time.days.sum	0,54
Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS	time.days.sum	0,53
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	time.days.sum	0,56
Q39.ENVIRONMENT.UTILITY.AUTHORING	time.days.sum	0,59
Q40.ENVIRONMENT.UTILITY.INTERACTIVITY	time.days.sum	0,62
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	time.days.sum	0,65
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	time.days.sum	0,72
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	time.days.sum	0,68
Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME	time.days.sum	0,63
Q44.RESULTS.OUTCOME	time.days.sum	0,68
Q1.GLOBAL	vResource.action.length	0,57
Q2.METHOD.GLOBAL	vResource.action.length	0,52
Q4.METHOD.PLANIFICATION.TEACHER.PRESE	vResource.action.length	0,50
Q8.METHOD.FUNDAMENTS.SKILLS	vResource.action.length	0,53
Q9.METHOD.FUNDAMENTS.GMA.AS.LEARNING.O	vResource.action.length	0,55
Q11.METHOD.EFFORT.INDEXATION	vResource.action.length	0,72
Q12.METHOD.EFFORT.SOCIAL.COMMENT	vResource.action.length	0,70
Q13.METHOD.EFFORT.SOCIAL.VOTE	vResource.action.length	0,68
Q15.METHOD.ITERATION	vResource.action.length	0,63
Q16.METHOD.MOTIVATION	vResource.action.length	0,58
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	vResource.action.length	0,57
Q21.ENVIRONMENT.SUPPORT.METHOD	vResource.action.length	0,59
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	vResource.action.length	0,56
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	vResource.action.length	0,51
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	vResource.action.length	0,51
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	vResource.action.length	0,59
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	vResource.action.length	0,67
Q31.ENVIRONMENT.USABILITY.OVERLOAD	vResource.action.length	0,57
Q36.ENVIRONMENT.UTILITY.COMMENTS	vResource.action.length	0,59
Q37.ENVIRONMENT.UTILITY.MULTIMEDIA	vResource.action.length	0,55
Q39.ENVIRONMENT.UTILITY.AUTHORING	vResource.action.length	0,53
Q40.ENVIRONMENT.UTILITY.INTERACTIVITY	vResource.action.length	0,58
Q41.RESULTS.LEARNING.GLOBAL	vResource.action.length	0,59
Q43.RESULTS.LEARNING.SYNTESIS	vResource.action.length	0,68
Q44.RESULTS.LEARNING.COMPOSITION	vResource.action.length	0,51
Q45.RESULTS.LEARNING.CONSUME	vResource.action.length	0,62
Q20.ENVIRONMENT.GLOBAL	vResource.action.mean	-0,53
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	vResource.action.mean	-0,53

Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	vResource.action.mean	-0,50
Q28.ENVIRONMENT.USABILITY.PRESENTATION	vResource.action.mean	-0,50
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	vResource.action.mean	-0,60
Q30.ENVIRONMENT.USABILITY.NAVEGATION	vResource.action.mean	-0,54
Q26.ENVIRONMENT.USABILITY.COHERENCE	vResource.action.sd	-0,50
Q29.ENVIRONMENT.USABILITY.FRIENDLY	vResource.action.sd	-0,50