



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

DEPARTAMENTO DE LENGUAJES Y SISTEMAS
INFORMÁTICOS

**Aportaciones del Análisis de Redes Sociales
al Aprendizaje Colaborativo en el
Contexto de los Campus Virtuales**

Memoria de Tesis Doctoral para la obtención del
grado de Doctora presentada por
Dña. Luisa María Romero Moreno

co-dirigida por los doctores
D. José Antonio Troyano Jiménez
D. Fernando Enríquez de Salamanca Ros

Sevilla, enero de 2017.

A los profesores Amadeo y José Romero Tauler. A mis dieciseis años el primero me enseñó a leer los sonetos de Garcilaso y Lope, el segundo que *una integral es una suma de sumandos*. A lo que queda de aquel *micromundo* maravilloso que, sin quererlo, contribuyeron a destruir.

Índice general

| | |
|--|----------|
| Prólogo | 1 |
| 1. Introducción | 9 |
| 1.1. Evolución histórica de los Sistemas Virtuales de Formación . . . | 10 |
| 1.1.1. Enseñanza asistida por ordenador | 11 |
| 1.1.2. Sistemas tutoriales inteligentes | 14 |
| 1.1.3. Micromundos y entornos de aprendizaje interactivos . . . | 15 |
| 1.1.4. Sistemas de hipermedia adaptativa | 16 |
| 1.2. Enseñanza a distancia | 18 |
| 1.3. Experiencias de referencia para los sistemas virtuales de formación | 20 |
| 1.3.1. Universidad Nacional de Educación a Distancia | 20 |
| 1.3.2. <i>Universitat Oberta de Catalunya</i> | 21 |
| 1.3.3. <i>The British Open University</i> | 22 |
| 1.3.4. <i>Universitat de Les Illes Balears</i> | 22 |
| 1.4. Los sistemas virtuales de formación en la Universidad | 23 |
| 1.4.1. <i>eLearning</i> | 23 |
| 1.4.2. <i>eLearning</i> semipresencial | 23 |
| 1.5. La formación <i>online</i> en la empresa | 25 |
| 1.5.1. <i>eLearning</i> en las pequeñas y medianas empresas | 25 |
| 1.5.2. <i>eLearning</i> en las grandes empresas | 25 |
| 1.5.3. <i>eLearning</i> en la empresa española | 26 |
| 1.6. Aprendizaje colaborativo apoyado por ordenador | 27 |
| 1.6.1. Aprendizaje colaborativo versus cooperativo | 30 |
| 1.7. Plataformas de <i>eLearning</i> | 31 |
| 1.7.1. Plataforma <i>WebCT</i> | 33 |
| 1.7.2. Plataforma <i>Moodle</i> | 34 |
| 1.7.3. Otras plataformas | 34 |
| 1.8. Objetos de aprendizaje | 35 |
| 1.9. Estándares | 37 |
| 1.10. Cursos MOOC | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 1.11. El fenómeno de la gamificación | 44 |
| 2. Metodologías docentes para la enseñanza virtual | 47 |
| 2.1. Introducción | 47 |
| 2.1.1. Rasgos diferenciadores de la enseñanza virtual | 49 |
| 2.1.2. <i>eLearning</i> vs. <i>bLearning</i> | 50 |
| 2.2. Teorías de enseñanza aprendizaje que impregnan los Sistemas Colaborativos | 52 |
| 2.2.1. Aproximación Socio-Constructivista | 52 |
| 2.2.2. Aproximación Socio-Cultural | 54 |
| 2.2.3. Aproximación del Conocimiento Compartido | 56 |
| 2.3. Recomendaciones | 57 |
| 2.3.1. Recomendaciones para el diseño de un curso virtual | 57 |
| 2.3.2. Recomendaciones para objetos de aprendizaje y repositorios digitales | 59 |
| 2.4. Una heurística para medir la colaboración | 64 |
| 2.4.1. Definición de la Metodología | 65 |
| 2.4.2. Definición formal y notación | 67 |
| 2.4.3. Caso de aplicación de esta heurística | 68 |
| 2.5. Diseño metodológico de un curso MOOC | 72 |
| 2.6. Conclusiones | 76 |
| 3. Estándares y soporte tecnológico | 79 |
| 3.1. Introducción | 79 |
| 3.1.1. Tecnología educativa | 80 |
| 3.1.2. Entidades de estandarización educativas | 80 |
| 3.1.3. Especificaciones destacadas de estándares educativos | 84 |
| 3.1.4. Estándar IMS | 90 |
| 3.2. Soporte tecnológico | 98 |
| 3.2.1. Herramienta <i>Sakai</i> | 100 |
| 3.2.2. Herramienta LAMS | 107 |
| 3.2.3. Una contribución del software libre a la tecnología educativa | 109 |
| 3.3. Soporte metodológico | 114 |
| 3.3.1. Metodología <i>Sakai</i> | 115 |
| 3.3.2. <i>IMS-LD</i> como marco de referencia para un análisis comparativo de herramientas | 117 |
| 3.4. Colaboración y adaptación | 124 |
| 3.4.1. LAMS como soporte al aprendizaje colaborativo | 125 |
| 3.4.2. LAMS como soporte al aprendizaje adaptativo | 129 |
| 3.5. Conclusiones | 133 |

| | |
|---|------------|
| 4. Colaboración y Análisis de Redes Sociales | 135 |
| 4.1. Introducción | 135 |
| 4.1.1. <i>Learning Analytics</i> | 136 |
| 4.1.2. Análisis de redes sociales | 138 |
| 4.2. Redes sociales en el ámbito educativo | 139 |
| 4.2.1. Redes sociales y enseñanza aprendizaje | 140 |
| 4.2.2. LMS vs. Red social | 141 |
| 4.2.3. Comunidades virtuales de aprendizaje | 142 |
| 4.3. Aplicación del ARS a los cursos virtuales | 145 |
| 4.3.1. Indicadores del análisis de redes sociales | 145 |
| 4.3.2. Metodología de aplicación y descripción de los experi- mentos | 147 |
| 4.3.3. Herramienta UCINET | 151 |
| 4.3.4. Técnicas estadísticas del análisis | 153 |
| 4.4. Resultados Experimentales | 157 |
| 4.4.1. Experimento 1 | 158 |
| 4.4.2. Experimento 2 | 161 |
| 4.4.3. Experimento 3 | 163 |
| 4.4.4. Experimento 4 | 165 |
| 4.5. Conclusiones | 169 |
| | |
| Conclusiones | 171 |
| | |
| Bibliografía | 175 |
| | |
| Índice alfabético | 186 |

Índice de figuras

| | |
|---|-----|
| 1.1. Enseñanza asistida por ordenador, primer paso de los SVF. Fuente: Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (Venezuela). Ponente, Juan Pérez | 13 |
| 1.2. Sistemas Tutoriales Inteligentes. Fuente Universidad del Zulia, Educación Mención Informática | 15 |
| 1.3. Sistemas 1 a 1, 1 a n y n a n de Aprendizaje Colaborativo . . | 30 |
| 1.4. Implatación de las Plataformas en Universidades Españolas 2004 | 32 |
| 2.1. Marco conceptual de la colaboración | 66 |
| 2.2. Resultado del experimento con un número reducido de agentes | 70 |
| 2.3. Resultado del experimento con el curso al completo | 71 |
| 3.1. Diagrama conceptual de documentos SCORM, fuente: estándar SCORM | 87 |
| 3.2. Diagrama de comunicación de paquetes SCORM, fuente: estándar SCORM | 89 |
| 3.3. Comunicación entre Sistemas usando IMS, origen: Farance et al. LTSA Specificaction 4.00; 1998 | 93 |
| 3.4. Comunicación entre Sistemas usando <i>IMS</i> , origen: Farance et al. LTSA Specificaction 4.00; 1998 | 93 |
| 3.5. Esquema del Proyecto Sakai | 101 |
| 3.6. Esquema de integración Moodle y LAMS | 110 |
| 3.7. Gráfica de los accesos de estudiantes a un determinado recurso usando herramientas de visualización | 112 |
| 3.8. Esquema dado a los ficheros de la plataforma | 114 |
| 4.1. Origen Histórico del ARS | 140 |
| 4.2. Esquema de una comunidad de aprendizaje ligada o no a una plataforma, fuente: Elboj, Puigdel·lívól y Valls | 144 |
| 4.3. Esquema de la metodología empleada en el análisis ARS . . . | 150 |

| | |
|--|-----|
| 4.4. Análisis de la colaboración entre los foros de alumnos sin supervisión de los docentes | 159 |
| 4.5. Análisis de la colaboración entre los foros con supervisión de los docentes | 162 |
| 4.6. Análisis de la colaboración entre los foros de alumnos y con supervisión de los docentes en las dos asignaturas | 163 |
| 4.7. Contraste de la intermediación entre las asignaturas de Estadística e Informática en foros coordinados por docentes durante el curso de 2015 | 164 |
| 4.8. Análisis de la colaboración entre los foros de alumnos y con supervisión de los docentes en la asignatura de Estadística y desde el punto de vista de la evolución temporal | 166 |
| 4.9. Contraste de Sociogramas de la asignatura de Estadística con alumnos en 2013 frente a foros con docentes en el año 2015 . . | 167 |

Índice de tablas

| | |
|---|-----|
| 2.1. Parámetros a tener en cuenta cuando se analizan las interacciones producidas en un curso virtual | 60 |
| 2.2. Comparativa entre el número de enlaces de estos términos entre marzo 2006 y enero de 2017 | 61 |
| 2.3. Parámetros del curso al que se aplica la heurística | 69 |
| 3.1. Morfología de Learning Design | 97 |
| 3.2. Niveles de LD | 98 |
| 3.3. Comparativa entre LD e IMS-LD | 99 |
| 3.4. Comparativa de funcionalidades en las plataformas | 105 |
| 3.5. Marco de evaluación para herramientas de software basadas en LD | 118 |
| 4.1. Estadísticas de las asignaturas involucradas en los experimentos | 147 |
| 4.2. Fuente de datos | 157 |
| 4.3. <i>indegree</i> , <i>outdegree</i> , densidad e intermediación de las asignaturas de Estadística e Informática | 158 |
| 4.4. <i>indegree</i> , <i>outdegree</i> , densidad e intermediación de las asignatura de Estadística e Informática con datos únicamente de los foros de alumnos | 159 |
| 4.5. <i>inDegree</i> , <i>outDegree</i> , densidad e intermediación de las asignatura de Estadística e Informática con datos únicamente de los foros coordinados por equipos docentes | 161 |
| 4.6. <i>indegree</i> , <i>outdegree</i> , densidad e intermediación de las asignatura de Estadística en ambos tipos de foros y siguiendo su evolución temporal | 166 |

Agradecimientos

A mis directores, los profesores José Antonio Troyano y Fernando Enríquez de Salamanca, por sus inteligentes sugerencias, por su rigor intelectual, por la capacidad de ambos de crear un *hábitat* de trabajo y colaboración en la difícil tarea de co-dirigir una tesis. Por haberme dado la oportunidad de trabajar con dos universitarios de pura cepa.

A los matemáticos Cauchy y Riemann y al escritor Marcel Proust, por lo que me han enseñado y por sus insignes contribuciones al conocimiento y sensibilidad universal.

A mis compañeros del grupo de investigación Itálica Francisco Javier Ortega, Fran Galán, Víctor Díaz y Fermín Cruz. A el profesor del departamento Rafael Corchuelo, él me ha animado en todo momento y ayudado, al permitirme asistir a congresos y reuniones múltiples, en todo este proceso. A mis compañeras, las profesoras Beatriz Bernáldez, Margari Cruz e Isabel Ramos, por su compañía. A nuestra gestora del Departamento, Lola Landa, ella siempre me animó a realizar este trabajo.

A mis profesores todos, los de primaria, sobre todo los de bachillerato, y mis profesores de la facultad de Matemáticas de la Universidad de Sevilla. Algunos de ellos han sido fundamentales en mi vida.

A mis hijos, Carmen y José María, a mi pareja, Juan, a mis queridos hermanos Carmen y José María, a mis sobrinos, Ignacio, José María y Pilarín, *in memoriam* a mis padres, hermano Constantino, y a mi abuela Carmen, con todos vosotros y con ellos tengo una deuda infinita.

A mis amigos del alma, Pedro Barrios, Rosa de los Reyes, Nieves Fernández, Merce García y Manolo López, todos conocen bien lo que representan en mi vida.

A los locutores de Radio Clásica de los programas *El Organó* y *América Mágica*, sus *podcasts* me han acompañado a lo largo de este trabajo.

Capítulo 0

Sabido es de todos que Internet es una gran herramienta de comunicación entre sus usuarios y que favorece el intercambio de información entre ellos. Pero de esta hipótesis no es posible inferir, que en cualquier contexto sea un vehículo válido para su uso en la enseñanza.

El presente trabajo trata de dilucidar en qué condiciones, con qué técnicas y con qué restricciones es posible su uso en las tareas de enseñanza-aprendizaje, y cómo puede repercutir favorablemente en estas.

La tecnología se está convirtiendo, de una manera general, en un bien en sí misma. No es la perspectiva de este trabajo. Para nosotros, la tecnología no debe separarse de su entorno, y es ligada a él como puede convertirse en un auténtico factor de progreso.

Son indiscutibles también los aportes estimulantes y beneficiosos de la tecnología. La comunidad académica debería realizar en algún momento una reflexión sobre lo que está representando para el desarrollo de los ciudadanos, para las metodologías de trabajo científico y administrativo, para la vida cotidiana e incluso los efectos sobre el estudio de las humanidades [43]. Contribuir a esta reflexión y proponer algunas recomendaciones es parte del trabajo realizado.

Si se recurre a la historia, desde casi sus comienzos, los computadores trataron de adaptarse a la educación, si bien encontraron también fuertes reticencias dentro del mundo académico tradicional. Ni siquiera como herramienta logró, durante décadas, ser ampliamente aceptado el software educativo que se iba desarrollando. Podemos situar la década de los sesenta, como el origen de la aplicación de la informática a la educación, es el momento de los CAI (*Computer Aided Instruction*), en España la EAO (Enseñanza Asistida por Ordenador), y que fueron usados principalmente en la enseñanza y prácticas con la lengua inglesa ELAO (Enseñanza de Lenguas Asistida por Ordenador). Posteriormente, y tratando de resolver las limitaciones y críticas que surgieron en torno a la EAO aparecieron los ITS (*Intelligent Tutoring Systems*), que fueron sistemas interdisciplinarios que integraron herramientas procedentes de la inteligencia artificial, de la psicología, y de la

pedagogía. Se consideraron los primeros sistemas que integraban las técnicas provenientes de la inteligencia artificial con las educativas. El inconveniente continuaba siendo que se centraban más en la transmisión de conocimientos que en los procesos de enseñanza aprendizaje. Con la intención de solucionar los inconvenientes que iban surgiendo en lo que era llamado entonces software educativo, han ido apareciendo un conjunto de técnicas, herramientas, teorías educativas, lenguajes de programación y campos de investigación multidisciplinares, de tal forma, que en la actualidad es posible hablar de una nueva disciplina llamada Tecnología Educativa. Algunos de sus aspectos revisaremos y analizaremos en este trabajo.

Pero en este prólogo, puede parecer que Internet únicamente se concibe para servir de herramienta dentro del mundo académico. Sin embargo, pensamos que en todo este trabajo, tiene que plantearse el reto que supone el *eLearning* en la formación continua de profesionales y trabajadores en general, y en lo que esto puede afectar a la competitividad de la economía. En el ámbito de nuestro país, más del 70 % de las empresas señala la formación de los trabajadores como un factor determinante para mejorar su competitividad. Es decir, se empieza a dar una importancia fundamental a la continua cualificación de los trabajadores para otorgar valor añadido a los productos de las empresas. Por ello, se perfila como un buen campo de trabajo, el desarrollo de técnicas y metodologías que puedan mejorar y enriquecer este nuevo tipo de educación.

Todos estos problemas planteados, nos brindan la oportunidad de realizar un estudio para aportar soluciones a los cursos y enseñanzas que utilicen a la red, en general, como vehículo de comunicación. Pensamos que nos situamos en un contexto en el que, la aparición de esta, ha modificado de una manera importante y quizás sustancial el intercambio de comunicación. Frente al fenómeno que representa el libro (insustituible desde nuestro punto de vista), pero que nos sitúa ante un hecho solitario e individual de transmisión de información, y frente al fenómeno de comunicación de masas (Televisión o Radio), la red se configura como un fenómeno *conectivo* de transferencia de información y totalmente nuevo. Es en este contexto de enriquecedora conexión, en el que queremos realizar nuestra reflexión y aportar metodologías que ayuden a una enseñanza-aprendizaje flexible y dinámica.

Desde nuestra perspectiva, es necesaria la realización de un profundo análisis de los modelos educativos y tecnológicos que aparecen en todas estas aplicaciones. Dicho análisis debe partir de un estudio riguroso de los logros obtenidos y de las limitaciones encontradas, en el largo y proceloso camino que parte de los primitivos sistemas CAIs y llega al momento actual. Al comenzar este trabajo nuestra intuición nos indica que el problema nuclear no es tecnológico, aunque haya que contribuir con más sofisticadas herramien-

tas, por el contrario, pensamos que es primordial enriquecer el proceso con cuidadosas metodologías, el desarrollo de heurísticas contrastadas, la sistematización de formatos, requisitos y filtros que permitan sistemas capaces de aprovechar las enormes ventajas que brinda la red [100].

En el marco del trabajo que venimos desarrollando, nos interesa profundizar en los cambios que pueden estarse produciendo en el ámbito de la enseñanza y de los que podrían producirse aplicando unas determinadas metodologías de trabajo. En particular citaríamos el descubrir cómo puede aumentarse la colaboración entre los estudiantes que abordan unos determinados aprendizajes en un entorno virtual [68].

Hipótesis de trabajo

La hipótesis fundamental que mueve este trabajo es:

Hipótesis 1 *Aunque la enseñanza virtual va ganando terreno en la enseñanza universitaria y goza de una gran aceptación, además de considerarse como un motor fundamental de la innovación, falta por perfilarse un modelo pedagógico que permita poner en valor las enormes posibilidades que puede aportar.*

La enseñanza asistida por herramientas informáticas y apoyada en Internet ha experimentado un crecimiento exponencial en la última década. Las aulas universitarias, en muchos aspectos y depende de qué materias, empiezan a transformarse considerablemente e incluso a desaparecer físicamente, debido a la aparición de dichas herramientas. Pero hace una década eran muy similares a las del renacimiento. Estas transformaciones técnicas, y dada su envergadura, requieren modelos didácticos que sean acordes a ellas.

Por ello consideramos que es necesario estudiar y desarrollar correctas metodologías que pongan en valor todas las potencialidades que este tipo de enseñanza sea capaz de aportar.

Dentro del amplísimo campo de la enseñanza virtual nos interesa el análisis de la colaboración que es la construcción del conocimiento con la mutua implicación de los participantes en las actividades de enseñanza-aprendizaje. El aprendizaje colaborativo soportado por ordenador, CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*) se centra en las interacciones que se producen entre pares que trabajan juntos o grupos de trabajo que persiguen compartir conocimiento usando el ordenador en particular o la red en general. De las consideraciones anteriores formulamos las dos siguientes hipótesis.

Hipótesis 2 *Se hace necesario el desarrollar metodologías, a la luz de los*

estándares, que sean capaces de mejorar convenientemente el diseño de los cursos en el contexto de los campus virtuales.

Se insiste en la necesidad de elaborar metodologías de análisis y la evaluación de estas, para poder realizar experimentos que sean capaces de medir la colaboración.

Hipótesis 3 *El conveniente análisis, experimentación y aplicación de técnicas puede mejorar ostensiblemente los resultados del eLearning. En nuestro trabajo consideramos que es conveniente aplicar técnicas del Análisis de Redes Sociales y de la Estadística para obtener conclusiones que mejoren la enseñanza virtual.*

En los experimentos que se han realizado se han aplicado estas técnicas y se ha tenido en cuenta la llamada *interacción colaborativa*, que se produce en los foros didácticos de los cursos virtuales, tratando de establecer una métrica de la colaboración que puede producirse y favorecerse en estos cursos en el seno de la enseñanza a distancia.

Contribuciones

Como se viene diciendo, en la última década, al menos, un creciente interés en la aplicación de los métodos del aprendizaje colaborativo viene observándose en el ámbito de la enseñanza a distancia en general y de los campus virtuales en particular. Sin embargo, y apreciando en su justa medida las contribuciones tanto teóricas como empíricas que aparecen en la bibliografía, entendemos que se necesita abordar el desarrollo de nuevas metodologías de análisis que respalden los experimentos que hayan de realizarse.

Es necesario definir y establecer medidas cuantitativas y cualitativas de la colaboración [22]. Si analizamos las investigaciones que en esta área se han llevado a cabo en los últimos años, podemos encontrar una *prehistoria* en la que el objetivo era medir la eficacia de la colaboración. Para ello se estudiaron ciertas variables que fueron consideradas como independientes (composición del grupo, tipo de tareas a realizar, media de comunicaciones, tamaño del grupo, etc.) [21]. Pero en un segundo periodo de estudio se comprobó que dichas variables no eran independientes y se analizó la colaboración en conexión directa con las interacciones que se producían en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Dentro de este periodo que se puede llamar *Paradigma Orientado a las Interacciones*, se enfatizó la necesidad de concebir al grupo como la unidad de análisis [19].

Más recientemente, sin dejar de considerar de suma importancia el diseño apropiado de los sistemas, las actividades a realizar y el material educativo

a usar se insiste en la necesidad de elaborar metodologías de análisis y la evaluación de estas, para poder realizar experimentos que sean capaces de medir la colaboración [78].

En esta memoria se proponen un conjunto de técnicas y métodos para validar las diferentes hipótesis y situaciones planteadas, abordando la problemática de las tareas descritas dentro del contexto de los campos virtuales y de la enseñanza a distancia. En líneas generales, las aportaciones expuestas son las siguientes:

- Se presentan diversas metodologías de aplicación y también se detalla la notación de estas metodologías y se apuntan ciertos resultados del análisis que pueden servir de guía a los profesores y tutores para seguir la evolución de la colaboración en sus cursos:
 1. Una metodología de análisis de la colaboración que se produce en un curso virtual utilizando un medio asíncrono: el foro, y su correspondiente aplicación a un curso virtual desarrollado en el contexto de una enseñanza a distancia. Esta metodología es lo que hemos llamado una *heurística* para medir la colaboración. Esta aportación ha sido plasmada y publicada en [64], [66], [82], [55] y [13].
 2. Una metodología de aplicación para guiar el diseño de un curso virtual que se ha plasmado en [87], [81], [76], [84], [72] y en el libro [68].
 3. Diseño metodológico para objetos de aprendizaje y almacén de objetos de aprendizaje, este trabajo aparece en [62].
 4. Una metodología para el diseño de un curso MOOC, esto aparece publicado en [73].
- Bajo la concepción de que ninguna tecnología es capaz de avanzar sin contar con una colección de estándares, aquí se estudian y analizan un conjunto de entidades de estandarización y los correspondientes estándares que estas han propuesto. Fijando un estándar de referencia *Learning Design* y una herramienta igualmente de referencia *LAMS*, se presenta una metodología de adaptación y otra de colaboración para la herramienta y siguiendo el estándar:
 1. Se presentan diversas metodologías de aplicación basada en IMS-LD para seleccionar herramientas colaborativas con un ejemplo de aplicación de entre tres destacadas. Esto aparece en el trabajo [63] y en el libro [68].

2. Se presenta una metodología de aplicación para LAMS como soporte para la *colaboración*. Esta aportación ha sido plasmada y publicada en [61], [79] y [80]
 3. Una metodología de aplicación para LAMS como soporte para la *adaptación* que se ha plasmado en [78], [76], [84] y [72].
 4. Análisis de la metodología *Sakai* a la luz de los estándares que aparece en [67] y [85].
- Se proponen un conjunto de técnicas y métodos para dar respuesta a las diferentes situaciones planteadas en un curso virtual, dentro del contexto de la colaboración, que en torno al aprendizaje se puede producir o no:
 1. Para ello se aplican y se presentan experimentos aplicando técnicas del Análisis de Redes Sociales (ARS), que se ven plasmados en [65], [83] y [71].
 2. Posteriormente se someten a técnicas estadísticas para comprobar si el equipo docente al frente de los cursos puede favorecer esta colaboración. Los resultados obtenidos están publicados en las contribuciones [74] y [59].
 3. Detección de los alumnos más activos en la colaboración tratando de encontrar la figura del *alumno de apoyo en red* y que aparece en [75] y [70].
 4. Aplicación de uno o varios métodos ajustados a los ficheros *log* obtenidos en los cursos del trabajo con las plataformas. Todo ello trabajado para cada caso particular con foros coordinados, o no, por los equipos docentes correspondientes. Aparece en [77], [58], [60] y [69].

Estructura de la memoria

Esta memoria se estructura de la siguiente forma: después de este breve prólogo, en primer lugar se presenta una introducción del *eLearning* con especial énfasis en el apartado que confluye con el aprendizaje colaborativo y la colaboración en el contexto de los campus virtuales, también se abordan aspectos genéricos de la enseñanza a distancia.

A continuación, en el capítulo 2 se presentan metodologías de aplicación para el diseño de los cursos y para medir la colaboración que se produce en los foros didácticos alojados en los cursos virtuales.

Después, en el capítulo 3, se analizan los estándares principales de *eLearning* y se trabaja con la herramienta LAMS, la cual se analiza convenientemente para la adaptación y la colaboración. Se concluye, a luz de *Learning Design*, con una metodología de elección de herramientas que han de integrarse en las plataformas de formación.

Se llega así al capítulo 4, que constituye un camino para medir la colaboración que se produce en los cursos virtuales. Para medirla nos basamos en las técnicas e indicadores del Análisis de Redes Sociales y de la Estadística.

Finalmente, en el capítulo de conclusiones se realiza un resumen de las aportaciones y se describen las conclusiones más relevantes extraídas de la experimentación y los resultados de investigación.

Capítulo 1

Introducción

Este capítulo introductorio tiene como objetivo el analizar el contexto en que se enmarca el trabajo realizado.

Si hablamos de un contexto más general nos referimos a la enseñanza *online* y en un sentido más particular hablamos de cursos de grado, virtuales y alojados en una plataforma *eLearning*. Dentro de dichos cursos nos ha interesado el foro didáctico, y las interacciones colaborativas que ahí se producen. También, en el trabajo realizado, se ha intentado tener una referencia clara, que han sido los estándares (dada su gran importancia para cualquier tecnología) y por último se les ha prestado gran interés a las metodologías que deben seguirse en el diseño de los cursos.

Por ello comenzamos repasando el origen histórico de los Sistemas Virtuales de Formación (SVF), continuando con la exposición de algunas experiencias notables, y seguimos analizando las características de la enseñanza a distancia y su proyección en la universidad española y en la empresa.

Posteriormente, y puesto que el trabajo trata de hacer una contribución al Aprendizaje Colaborativo, revisamos los aspectos más ligados a este área. Abordamos las plataformas *eLearning* más al uso en la universidad española y los objetos de aprendizaje que como contenidos digitales han gozado de gran interés en el amplio campo de *eLearning*.

Tratamos los estándares al tener una importancia capital en cualquier tecnología. Terminamos el capítulo revisando el fenómeno MOOC y la gamificación, que están cobrando gran interés en el ámbito del área que nos ocupa.

1.1. Evolución histórica de los Sistemas Virtuales de Formación

En esta sección vamos a presentar los SVF, y puesto que van a ser objeto de nuestro estudio, también presentaremos algunas pinceladas históricas. El *eLearning* es un campo de estudio emergente que tiene un marcado carácter interdisciplinario. Si recurrimos a una definición intuitiva podemos hablar de una disciplina que se ocupa del estudio de la enseñanza a distancia y que utiliza a Internet como herramienta. Hablamos de campo interdisciplinario, en el sentido dinámico del término, porque su análisis requiere modelos informáticos pero también didácticos y psicológicos. El núcleo lo constituyen elementos en los que se integran el uso de las tecnologías de la información y otros elementos pedagógicos (didácticos) para la formación, capacitación y enseñanza de los usuarios o estudiantes en línea, es decir, se puede entender como una modalidad de aprendizaje dentro de la educación a distancia. Recibe el nombre también de formación *online* y tiene las siguientes características:

- Procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo a través de Internet, preferiblemente a través de plataformas tecnológicas.
- La interacción didáctica entre alumno y profesor se produce mediante el uso de herramientas de comunicación síncronas y asíncronas. Existe en la mayor parte del tiempo una separación física entre ambos.
- Se persigue flexibilizar el proceso de enseñanza adecuándolo a la disponibilidad del alumno (en cuanto tiempo y accesos) y se le empuja a gestionar sus procesos de aprendizaje.
- Se favorece ambientes colaborativos entre los compañeros de estudio y tutores gestionando convenientemente las herramientas de comunicación (colaboración digital).
- Por todo lo anterior se debe potenciar una formación basada en competencias.

La universidad española, y la de muchos otros países europeos, ha estado inmersa, durante años, en un proceso general de modernización que pretendía culminar en los presupuestos de Bolonia y adaptarse al Espacio Europeo de Estudios Superiores (EEES). Uno de los rasgos claros de esta modernización ha sido la casi general implantación de los llamados Campus Virtuales.

1.1 Evolución histórica de los Sistemas Virtuales de Formación 11

También se ha tratado de aprovechar las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como herramienta de acercamiento del mundo académico a la sociedad.

En este contexto, y desde al menos 15 años, han venido apareciendo ciertas herramientas llamadas *Learning Management Systems* (LMS) o plataformas de *eLearning* que son herramientas software instaladas en un servidor y cuyo objetivo es el de facilitar la enseñanza *online*. Ejemplos muy conocidos de estas plataformas son *WebCT*, que ha sido comprada por *Blackboard*, y *Moodle*, la primera es software propietario y la segunda libre. Pero existen también notables ejemplos como *Sakai* (avalada por las universidades más prestigiosas del mundo) y *dotLRN*, ambas software libre y con gran potencial de futuro [40]. Las plataformas constituyen a día de hoy el entorno tecnológico del *eLearning* y son capaces (a diferencia de la tradicional página Web ligada a una asignatura) de definir cursos, integrar espacios y escenarios de enseñanza-aprendizaje, integrar materiales didácticos, definir comunidades de aprendizaje que van más allá del alcance de un curso, aportar herramientas de comunicación y colaboración y ayudar en la gestión educativa de los centros y organismos. En el contexto de la enseñanza virtual se pueden dar dos situaciones dependiendo del contacto de los estudiantes con el equipo docente, pudiéndose hablar de enseñanza a distancia y de enseñanza semi-presencial (*bLearning*). En ambas debe contarse con una plataforma, materiales didácticos digitales que sirvan de apoyo a las enseñanzas, herramientas de evaluación y un equipo de tutores que mediante el uso de herramientas, asíncronas y síncronas, puedan guiar a los estudiantes en sus aprendizajes.

No pretendemos realizar un análisis exhaustivo de los sistemas de formación desarrollados hasta el momento. Pero en todo campo de investigación, es importante cuando se inicia un trabajo, seguir su evolución. Por ello, vamos a presentar los hitos fundamentales de la informática educativa y a describir brevemente la *prehistoria* de los actuales SVF.

1.1.1. Enseñanza asistida por ordenador

Apareció en los años sesenta en los EE. UU. (algunos autores la sitúan en la década anterior), y se puede considerar tributaria de la Enseñanza Programada (que había aparecido una década antes) y que la había desarrollado el psicólogo Skinner, partiendo de teorías neoconductistas. La pantalla del ordenador generaba textos escritos, pero también daba la posibilidad de introducir gráficos, representar funciones, realizar simulaciones gráficas, es decir, permitía dar un salto de los aburridos textos de la enseñanza programada a ciertas posibilidades de animación. Por ello las expectativas que se despertaron fueron muchas.

Los dominios a los que lograron aplicarse fueron los de la enseñanza de lenguas extranjeras principalmente (en el caso de España se aplicó bastante a la enseñanza del idioma inglés), desarrollándose muchos sistemas que integraban ejercicios de tipo repetitivo en el que se perseguía la adquisición de ciertas habilidades léxicas y gramaticales. No obstante, también dio lugar a aplicaciones de rutinas dentro del campo de la educación especial, a ejercicios de recuperación de un amplio número de materias de educación primaria, a juegos educativos y a múltiples simulaciones. Habría que señalar que la etapa educativa a la que se aplicó fue, en líneas generales, la no universitaria. En los primeros momentos, se hablaba de *programas lineales* que consistían en un conjunto de preguntas formuladas al usuario, que si eran correctas recibían un mensaje de apoyo y en caso contrario se suministraba algún tipo de orientación. Más adelante se pasó a unos *programas tutoriales* que permitían distintas alternativas. Fueron incorporando menús de selección, pantallas informativas, realimentación al alumno según corrección de sus respuestas, secuenciamiento de los módulos de aprendizaje según un programa dado a conocer según unos objetivos, etc.

A los programas tutoriales se les exigía que tuvieran las siguientes partes:

- Presentación del programa y de sus objetivos
- Menú de selección
- Pantalla de información
- Preguntas y respuestas de tipo test, de elección múltiple, etc.
- Análisis de la corrección, o no, de las respuestas
- Secuenciación de los módulos de las lecciones según las necesidades del alumno
- Explicación del error cometido por el alumno en su caso o ayuda para responder correctamente

En este apartado podemos incluir también el uso didáctico, que desde las aulas ha venido realizándose de los programas de usuario más comunes: los procesadores de textos, las bases de datos y las hojas de cálculo. Estas herramientas de ofimática tuvieron, en su día, aplicaciones didácticas interesantes. Los procesadores de texto han sido usados como herramienta didáctica en las clases de lengua e idiomas. Los objetivos que se han perseguido han sido los de mejorar la expresión escrita, el estilo y la ortografía, y también se han usado en la clase de lengua, para conocer la versificación y la rima y estudiar la estructura de un poema.

1.1 Evolución histórica de los Sistemas Virtuales de Formación 13



Figura 1.1: Enseñanza asistida por ordenador, primer paso de los SVF. Fuente: Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (Venezuela). Ponente, Juan Pérez

En cuanto a las bases de datos, se han usado con el objetivo de que el alumno aprenda a organizar la información. Partiendo de la información obtenida en bibliotecas, periódicos, etc., hay aplicaciones didácticas en las que los alumnos han usado bases de datos, otras en las que las han creado e incluso otras en las que las han diseñado. El método a seguir en este tipo de trabajos ha sido que el alumno aprenda a seleccionar datos, que los analice, los organice sistemáticamente y por último los utilice extrayendo conclusiones.

Por último, las hojas de cálculo han sido usadas como complemento a las aplicaciones desarrolladas con las bases de datos, aprovechando las posibilidades gráficas y de tratamiento estadístico de aquellas. Pero su principal aplicación ha sido en la clase de matemáticas, aprovechando las facilidades de recálculo automático. En España todo este trabajo se ha realizado con herramientas comerciales, pero en Inglaterra o Estados Unidos han habido versiones educativas de éstas que han prestado una gran ayuda en las aplicaciones.

No obstante, aún habiendo programas educativos enclavados todos ellos dentro de la EAO, de diferentes calidades y aplicaciones, repasando la literatura parece que pocos se han librado de fuertes críticas, en las que la principal acusación es la de reproducir los vicios y maneras más negativos de la enseñanza tradicional, en cuanto no se aprovechan las capacidades interactivas del ordenador, las instrucciones de manejo de los programas son tediosas y complicadas, los juegos o no son divertidos o si lo son no son educativos, los materiales usados se centran más en los profesores y tutores que en los alumnos, los textos son excesivos, y las pantallas se utilizan como páginas de

libro. También han surgido críticas por su no comportamiento dinámico ante cada usuario (ausencia de adaptación). Además, se ha destacado que la presentación de la información de un modo estructurado no ha facilitado la fase de consolidación de los conceptos aprendidos. Así de este modo, parece que los sistemas han asumido que comprensión es igual a retención, adoleciendo dichos sistemas de esta fase, que se configura como esencial en el aprendizaje de ciertas materias, como pueden ser la Geografía, los idiomas, el Arte, la Biología, etc.

1.1.2. Sistemas tutoriales inteligentes

Los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI), aparecen como los primeros que integran técnicas de la Inteligencia Artificial en los sistemas de enseñanza-aprendizaje, y surgen por las críticas que despiertan los tradicionales sistemas de EAO. Su origen se remonta a al menos tres décadas atrás y hay contextos en que se les llama ICAI (*Intelligent Computer-Aided Instruction*) [52].

Las primeras personas que empezaron a trabajar en estos sistemas ya alertaron de la posible paradoja que se escondía en el hecho de que se usaban nuevas tecnologías para automatizar métodos de enseñanza-aprendizaje tradicionales. Además se hablaba de la falta de coordinación entre aquellos que desarrollaban las herramientas tecnológicas y los profesores que marcaban objetivos y desarrollaban los currículos.

La gran diferencia entre este tipo de sistemas y los tradicionales CAI, era que los STIs tenían en cuenta la evolución del alumno en el aprendizaje, e iban almacenando en el modelo información sobre el conocimiento que el estudiante iba adquiriendo y de los errores que podía cometer. De hecho contenían un modelo del estudiante, y se implementaban mecanismos de comparación entre los conocimientos que iba adquiriendo y el del sistema experto que llevaba el STI. Además, los partidarios de estos sistemas proponían que para que los estos fueran verdaderamente eficientes en la enseñanza, era necesario un cambio de objetivos en educación, a la vez que el cambio de método. Se señalaba que una parte importante de los nuevos objetivos educativos ponían su énfasis en materias que estaban ausentes de los programas tradicionales, tales como redes booleanas, caos, teoría de grafos y habilidades de “pregunta - respuesta”.

El modelo que se seguía era el de *autorización uno a uno*, basándose en las ventajas que aportaba la enseñanza individualizada frente a la de los grandes grupos. Pero pese a haber despertado grandes expectativas, los resultados no fueron muy destacables, quizás porque se aplicaron a dominios muy particulares (se desarrollaron varios para el álgebra básica), sin embargo, el cambio de dominio parece que necesita un gran esfuerzo de desarrollo.

1.1 Evolución histórica de los Sistemas Virtuales de Formación 15



Figura 1.2: Sistemas Tutoriales Inteligentes. Fuente Universidad del Zulia, Educación Mención Informática

Pero no obstante las expectativas que plantearon, no fue sencillo aprovechar las ventajas educativas de la red para este tipo de sistemas, pues la gran cantidad de alumnos con distintas capacidades cognitivas que pueden acceder hacen que el modelo pedagógico sea difícil de implementar y adaptar. De esta manera empezaron a aparecer los Sistemas Tutoriales en la Web, que dieron paso a los Sistemas de Hipermedia Adaptativa.

HEDEA puede constituir un ejemplo de herramienta de autoría para diseñar Sistemas Tutoriales Inteligentes.

1.1.3. Micromundos y entornos de aprendizaje interactivos

Con la intención de solucionar o mejorar los inconvenientes que surgían en lo que podemos llamar software educativo, aparecieron al comienzo de los años ochenta los *micromundos*, que se centraban en las teorías de Piaget (psicólogo suizo) y su fuerte división entre enseñanza (que asocia a algo rígido) y aprendizaje (algo flexible y natural). Un micromundo (de enseñanza aprendizaje) es un entorno formal extraído de la realidad, donde los mecanismos cognitivos pueden operar de forma efectiva [54].

El concepto de *micromundo* no era nuevo cuando se aplicó por primera vez

a la informática educativa. Procedía de la psicología del aprendizaje y había sido usado en diversas ocasiones en la enseñanza. La principal diferencia con los sistemas y entornos anteriores es que ya la enseñanza no se centra en un tutor que supervisa si lo que aprende el alumno se corresponde con el modelo de un sistema experto.

En este contexto apareció el lenguaje LOGO, y lo que se pretendía con él, era diseñar una notación formal, pero que a la vez permitiera realizaciones concretas dirigidas a percibir el mundo real. Es decir, que el formalismo que se desarrollaba con un conjunto de operaciones con imágenes concretas, permitiera un enfoque dirigido a lo real y palpable. Podemos decir que se trata de apoyarse en las concepciones pedagógicas constructivistas versus las conductistas de los primitivos CAI.

Pronto aparecieron expectativas que auguraban que con el uso de LOGO y programando en él, los alumnos mejorarían en la comprensión de las matemáticas (usando la tortuga el alumno se familiarizaría con la geometría, los conceptos de coordenada, variable, dirección, etc.), de las ciencias (usando las posibilidades de LOGO como lenguaje de simulación), de la lengua (posibilidades de generación de historias y uso de generación de escritura aleatoria), de la música y de la educación especial [54].

Pero a pesar de estas expectativas los éxitos espectaculares de estas ideas no llegaron. Las principales razones que se exponen en la literatura hablan de la dificultad que supone el implementarlas a gran escala, llevarlas a cualquier tipo de aulas y ser capaz de establecer métodos de evaluación que realmente justifiquen el éxito de aplicarlas.

1.1.4. Sistemas de hipermedia adaptativa

Después de todo esto, y para aprovechar al máximo las ventajas que permite Internet, fueron apareciendo los sistemas *hipermedia*, que consistían en presentar al estudiante los contenidos en formato hipertexto. Esto es, no se presentaba como suele ocurrir en el capítulo de un manual, la información secuencialmente, sino mediante una red de nodos enlazados. Posteriormente van apareciendo los sistemas hipermedia adaptativos (SHA), que son básicamente sistemas hipermedia que aplican las características del modelo de usuario para adaptar el sistema a este. Estos sistemas no pretendían sólo dar información, sino que tratan de adaptarse a las condiciones particulares del usuario, permitiendo que este vaya navegando aprovechando su intuición. Esta área de investigación surge ante la necesidad de que una información rica y no lineal se adapte a las necesidades particulares de cada usuario, sobre todo tratando de resolver los efectos secundarios de desorientación que un tipo de información presentada de esta manera puede causar en alguien que

1.1 Evolución histórica de los Sistemas Virtuales de Formación 17

está aprendiendo.

Para realizar esta adaptación los SHA almacenan datos del usuario tales como los soportes físicos que utiliza, el software a su disposición, los medios que usa, conocimiento sobre la materia objeto del curso, etc. Así, cuando un alumno se conecta a un curso, este genera un conjunto de páginas dinámicamente, de acuerdo al modelo de usuario que de él ha obtenido. Cualquier SHA contiene tres modelos al menos:

- Modelo de dominio: describe los conceptos y sus relaciones que intervienen en el sistema (ontología).
- Modelo de usuario: almacena las llamadas características del usuario y que el sistema va a usar como datos a la hora de realizar la adaptación.
- Modelo de adaptación: describe como el modelo de usuario va a influir en la adaptación. También indica cómo se irán actualizando los datos del modelo de usuario.

Cada día aparecen más herramientas que permiten desarrollar SHAs, unas específicas para la enseñanza y otras más generales. Entre las últimas cabe citar *Interbook*, que es una herramienta para diseñar y distribuir libros en la red y AHA (*Adaptative Hipermedia Architecture*) que facilita la creación de cursos adaptativos en la red. Dentro de un ámbito mas centrado en la educación encontramos los sistemas TANGOW (*Task-based Adaptative learner Guidance On the Web*) [7] que ofrece el diseño de cursos que se adaptan a las necesidades propias del usuario a lo largo de su proceso de aprendizaje, y el sistema DCG (*Dynamic Courseware Generator*) [6], que permite la generación de cursos que se adaptan a las objetivos propios del usuario, a su conocimiento del dominio y al propio proceso de aprendizaje.

Estos sistemas se distinguen de los anteriores en que se centran en guiar al usuario por los contenidos del curso, pero dejándole la resolución de ejercicios repetitivos y el propio avance en la materia. En los primeros, en cambio, se pone el énfasis en simular a un experto.

Los principales inconvenientes de estos sistemas que recoge la literatura son:

- Las técnicas de adaptación se centran mucho en el texto, sin hacer hincapié en imágenes, videos, audio, etc.
- Las necesidades de cambios en los sistemas no son fáciles con las herramientas de autor.

- Se produce cierta desorientación en los usuarios debida al hecho de que los cambios en las páginas no son generados por necesidades de los usuarios.
- Los sistemas se centran mucho en la adaptación de la navegación y en la presentación de materiales. Se desaprovechan los mecanismos de cooperación y comunicación que la red ofrece.

Es por ello que cada vez que se producía una evaluación de software educativo, se concluía con la petición de realizar los nuevos desarrollos basándose en modelos pedagógicos aplicables e insistiendo en la necesidad de desarrollar una metodología válida.

A lo largo de la segunda mitad del siglo XX se fue generando un cambio consistente en pasar de una formación exclusivamente presencial, exclusividad que aún se mantiene sobre todo en ciertos ambientes académicos, a una formación a distancia, o lo que es bastante común, a una que combina ambas. Posteriormente y en este contexto van apareciendo diversas áreas de interés nuevas, como son los sistemas CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*), enseñanza-aprendizaje mediante la red, Modelado del usuario, Sistemas adaptivos, Estudio de casos, Aprendizaje personalizado basado en estándares educativos, Hipermedia educativa, Tecnologías de marcado aplicadas a la enseñanza, etc.

1.2. Enseñanza a distancia

Definición 1.1. El término educación a distancia, puede definirse de una manera genérica, como aquella que se produce en un contexto, en que el profesor y el alumno están geográficamente separados, y por consiguiente, se apoyan en materiales impresos o electrónicos para la consecución del aprendizaje.

Un rasgo diferenciador de ella es el aprendizaje autónomo por parte del estudiante, si bien es necesario se establezca una red de tutores bien diseñada y estructurada que sea capaz de prestarle ayuda, mediante los materiales didácticos convenientes y realizando un seguimiento del aprendizaje adecuado. La enseñanza a distancia se ha visto fuertemente influenciada por la creación de la *Open University*, que veremos en la sección 1.3.2, que sirvió de referencia para la creación de las distintas universidades a distancia Europeas [56].

En relación a la enseñanza a distancia, se puede decir que se han producido tres generaciones:

- *Enseñanza por correspondencia*: esta primera etapa de desarrollo en la formación a distancia ha sido la de mayor duración, y abarca aproximadamente desde los años treinta hasta finales de la década de los sesenta, si bien se sigue manteniendo hoy día algunas de sus aportaciones. Se ha basado en lo que podríamos denominar tecnologías transmisivas, basándose en el aprendizaje autónomo de los alumnos, a través de materiales de formación, fundamentalmente libros de texto, folletos didácticos y cintas de audio. Pronto se incorporaron también la radio y la televisión. Los únicos medios de interacción con que contaban eran el correo postal y el teléfono. En definitiva, era un proceso de teleformación en que la interacción alumno-profesor o alumno-alumno era mínima.

- *Enseñanza Telemática*: se desarrolla a partir de 1970. Se caracteriza por la integración de las telecomunicaciones con otros medios educativos ya existentes, de forma que serán las TIC las que definirán esta etapa. Nace así lo que podemos llamar *formación a distancia interactiva*. En este tipo de formación se hace uso, sobre todo, del CD-ROM interactivo (finales de los años ochenta), y se cuenta como principal medio de interacción el ordenador, aunque se sigue usando conjuntamente medios tradicionales: teléfono, fax, casetes, correo postal, etc.

- *Enseñanza utilizando Internet o eLearning*: tras estas etapas y con la aparición de Internet con su capacidad de facilitar la comunicación entre profesor y estudiante y entre los alumnos entre sí, aparece lo que podríamos llamar tercera generación de la Enseñanza a Distancia. Es la llamada enseñanza *online* o *eLearning*, y este término se entiende el conjunto de tecnologías educativas, y su uso, que se consideran definidas en el entorno de Internet, y que se utilizan con objeto de mejorar, abaratar y facilitar la enseñanza.

Habría que indicar aquí, que en rigor, no es lo mismo enseñanza a distancia y *eLearning*. La primera tiene como condición necesaria la distancia física entre profesor y estudiante, los cuales pueden comunicarse por carta o medios al margen de Internet. La segunda forma de enseñanza, presupone presencia de Internet y no necesariamente lleva aparejada la distancia física entre profesor y alumno.

1.3. Experiencias de referencia para los sistemas virtuales de formación

Vamos a analizar ciertos modelos de educación a distancia que han sido convenientemente experimentados en los últimos años y que pueden servirnos de guía para la metodología que deseamos desarrollar en este trabajo para los modelos virtuales de formación.

1.3.1. Universidad Nacional de Educación a Distancia

La Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)¹, constituye la institución más antigua española de educación a distancia (1972). Prácticamente en su historia ha pasado por todos los modos de la educación a distancia que hemos antes señalado, y fue durante el curso 2000 - 2001 cuando introdujo enseñanza a través de Internet, soporta por ello una gran experiencia. Desde sus comienzos utilizó la plataforma para desarrollo de cursos *WebCT* y la mantuvo hasta la implantación de los grados, fue el momento del cambio a *aLF* (aPrende coLabora Forma) que es una plataforma de *eLearning* basada en *OpenACS* (un paquete de herramientas de código abierto para el desarrollo rápido de aplicaciones web, con licencia GPL) y que aunque está desarrollada específicamente para el entorno de la UNED (por la sección INNOVA de la UNED), es también accesible al público en general. La plataforma incorpora también la posibilidad de colaboración, y al igual que la mayoría de las plataformas, permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, como elemento destacado crear y participar en comunidades temáticas, así como realizar proyectos *online*.

El trabajo que nos ocupa, sobre los SVF tiene muy en cuenta la experiencia acumulada en la UNED, y muchas son las razones que se pueden presentar para ello: mi participación como tutora en el Centro Asociado de Sevilla, desde 1991, mi vinculación con la sede central al haber participado en distintas jornadas y cursos organizados, en el seno de dicha institución, mi participación en la formación de los tutores de Sevilla en el uso de la plataforma *WebCT* y *aLF*, y sobre todo, que constituye una referencia en el mundo de la enseñanza a distancia en el entorno iberoamericano.

El modelo de enseñanza-aprendizaje que se sigue en la UNED, está dirigido y organizado por los profesores de la sede central que residen en Madrid y se encuentran estructurados en torno a los departamentos universitarios como cualesquiera otros profesores de cualquier universidad española. Ellos son los encargados de la evaluación de los alumnos y de la elaboración del

¹www.uned.es

material didáctico. Como apoyo están los Centros Asociados distribuidos por todo el territorio español, y que disponen de un cierto número de tutores de ciertas asignaturas, a los que los alumnos pueden acudir a consultar (desde la base de los programas de las asignaturas elaborados por los profesores de la sede central) en una tutoría semanal.

Pues bien, sobre este modelo primitivo de funcionamiento de la UNED, y manteniendo el modelo tradicional de consulta, se incorporó un curso por asignatura reglada de los estudios de primer y segundo ciclo, usando la herramienta *WebCT*. Dichos cursos, a los que podían acceder los alumnos, eran dirigidos por los profesores de la sede central, y en los que también intervinieron activamente en la dinamización de los foros, y en la elaboración de respuestas, los tutores de los centros asociados.

La UNED, al igual que todas las universidades, ha pasado un proceso de cambio y de redefinición. Esto no afecta sólo a las universidades a distancia, sino a todas las europeas, que con cambios más o menos radicales ha tratado de adaptarse al Espacio Europeo de Estudios Superiores. En el entorno de este trabajo, este aspecto nos interesa únicamente para analizar qué aspectos de innovación pueden de una forma definitiva y segura, aportar las TIC a los procesos de enseñanza-aprendizaje en el seno de las universidades.

1.3.2. *Universitat Oberta de Catalunya*

La Universitat Oberta de Catalunya (UOC)² junto a la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) constituyen las dos únicas Universidades Españolas que pueden definirse como diseñadas para ser totalmente a distancia. El modelo de formación de la UOC se caracteriza por centrarse en el estudiante y por la no coincidencia ni en el espacio ni en el tiempo entre profesor y alumno. Sin embargo se realiza un proceso exhaustivo de seguimiento del estudiante a través del correo electrónico y sobre todo del foro de aula.

El aula virtual es el lugar donde el estudiante interactúa con los profesores y con los compañeros de grupo de modo permanente, donde vive la experiencia de aprender y de generar conocimiento compartiendo sus ideas o propuestas y donde soluciona las dudas acerca de los contenidos docentes, ya sea individual o colectivamente.

La propia institución se define a sí misma como de vanguardia tecnológica, altamente innovadora en el modelo de aprendizaje y surgida de la sociedad del conocimiento, con la misión de facilitar la formación de las personas a lo largo de toda su vida. Es de destacar que todo su modelo tecnológico es de

²www.uoc.edu

desarrollo propio, habiéndose comprometido la institución a permitir que se pruebe la plataforma en el ámbito de otras Universidades y en la comunidad investigadora de *eLearning*.

1.3.3. *The British Open University*

La *Open University*³ constituye un marco de referencia en Europa en el campo de la educación a distancia. La propia institución se define como la primera universidad de educación a distancia del mundo. Sus orígenes se remontan a 1963, aunque la idea inicial parte de la BBC, que ya en 1926 comenzó a presentar la novedad, hablando de teleuniversidad, que se compondría de lecturas, textos enviados por correspondencia y visita a universidades tradicionales.

En los años ochenta experimentó un crecimiento importante, ofertándose muchos más cursos y materias de estudio e investigación. Su Escuela de Negocios (*OU Business School*), ha llegado a ser la mayor de Europa. El número de estudiantes procedentes de Estados Unidos y otras partes de Europa ha crecido considerablemente en estudios de graduación y postgrado. En la actualidad la universidad se interesa en aplicar la innovación a sus enseñanzas utilizando las herramientas TIC a su alcance. Se habla de 180,000 estudiantes que interactúan con la universidad desde casa.

Se promueve con insistencia la colaboración entre estudiantes mediante medios asíncronos. También se pone especial énfasis en la celebración de conferencias, se ha usado mucho la herramienta *First Class* de las cuales más de un 12 % son organizadas y moderadas únicamente por estudiantes.

1.3.4. *Universitat de Les Illes Balears*

Analizamos esta experiencia, pues aunque no se trata de una universidad a distancia, la Universidad de las islas Baleares, ofrece a sus alumnos un servicio llamado Campus Extens⁴ que oferta cursos que se realizan únicamente usando la red. La plataforma usada es la herramienta *WebCT*. Tiene el interés de haber sido una de las primeras universidades españolas que incorporó un Campus Virtual a sus enseñanzas.

Las tutorías en Campus Extens se realizan mediante la comunicación de los tutores con los alumnos a través de correo o foros y se complementan con videoconferencias y el apoyo de cursos de verano. Existe un equipo, dentro de Campus Extens, encargado de dar a los profesores soporte técnico

³www.open.ac.uk

⁴<http://campusextens.uib.cat/>

y pedagógico en la realización de los materiales didácticos y en su publicación en la plataforma, pues es sabido que dichos materiales han de seguir unas reglas que los harán útiles en este tipo de enseñanza.

1.4. Los sistemas virtuales de formación en la Universidad

Las universidades, al igual que la sociedad, están inmersas en un proceso de digitalización, y van incorporando la tecnología a su modo de vida de manera cada vez más profunda. La implantación del *eLearning* en la Universidad tiene su enjundia, al igual que en el sector empresarial. Pero mientras en la Universidad han venido primando los intereses docentes e investigadores sobre los económicos, en la empresa no es así. Aunque es innegable que el aspecto económico también es de gran importancia en el mundo académico.

1.4.1. *eLearning*

Es el caso complejo, aquel en el que todo el proceso de aprendizaje se realiza completamente a distancia. En estos casos lo más recomendable es la creación de un portal para la universidad virtual, o campus virtual; en el que se puede acceder a todos los servicios que tenemos disponibles en el modelo tradicional.

Un campus virtual no es solo el escenario multimedia en el que se desarrolla cualquier programa de *eLearning*. El alumno ha de encontrar: tutorías, documentación, bibliografía, charlas, foros, casos prácticos, cafetería, administración, secretaría, etc.[29]. Obviamente el cambio más brusco es la modificación de la metodología docente empleada hasta el momento, una buena solución es ir incorporando gradualmente titulaciones al campus virtual, lo que supone un periodo de varios años. Todo esto hace pensar la cantidad de recursos que se han de emplear para este fin, así como el periodo de implantación que supone. Previamente se han de hacer estudios de la aceptación que tendría este tipo de metodología entre toda Universidad, ya sean estudiantes, profesores, administraciones, etc., ya que son ellos los que van a utilizar este entorno y hay que tener en cuenta sus necesidades e inquietudes.

1.4.2. *eLearning* semipresencial

El *eLearning* semipresencial o *blended Learning* (*bLearning*) es la versión más sencilla de *eLearning*. Estos casos pueden ser iniciativas de departamentos o de grupos de profesores que no han tenido un apoyo completo de

la institución universitaria. En otros casos simplemente es la solución que mejor se adapta, dadas ciertas circunstancias.

Pensemos en las dificultades inherentes de ciertas materias, por ejemplo cómo realizar sesiones de laboratorio en asignaturas como química o física [49]. Lógicamente se pueden realizar simulaciones, pero no es lo mismo para la formación del alumno que el laboratorio tradicional. Aunque el laboratorio virtual cada día se configura como una buena alternativa, dadas las posibilidades de nuevas herramientas. Una solución es realizar la carga lectiva de forma *online* de tal manera que se cumplan los principios de libertad de horarios, siempre dentro de unos plazos indicados en el programa de la materia y realizar cada cierto tiempo las sesiones prácticas en laboratorios.

Otras buenas soluciones serían utilizar estas sesiones presenciales a modo de discusión en la que participen tanto alumnos como profesores sobre las cuestiones tratadas en la materia o utilizar dichas clases para realizar trabajos en grupos entre alumnos. De ninguna de las maneras es una buena solución (dentro de un contexto de enseñanza a distancia) utilizar estas sesiones a modo de exposiciones didácticas, ya que el alumno pierde la iniciativa y el profesor se limitará a realizar un discurso sobre la materia, al igual que sucede en la docencia tradicional. Lógicamente la organización semipresencial de una asignatura viene determinada por el tipo de materia a tratar y el número de clases presenciales que se vayan a presentar durante el curso.

También se puede considerar *eLearning* semipresencial a los casos en los que la materia didáctica se imparte en las clases presenciales y las actividades complementarias son *online*. Estas actividades *online* debieran incluir, entre otros recursos, foros de la asignatura, tutorías con el profesorado, tablón de anuncios, etc. También es usual plantear actividades prácticas para los alumnos, a través de las plataformas, indicando todo el material necesario para realizarlas y dónde encontrarlo. En este caso lo común es crear un portal de la materia donde estén incluidos todos los elementos anteriormente comentados, además del plan metodológico de la asignatura. Podemos denominar estos casos como *eLearning* de apoyo a la docencia y puede servir como paso previo a la implantación de un sistema virtual más complejo. Además hay que aprovecharlo como caso de estudio de utilización y aceptación de esta nueva metodología aplicada a ciertas materias.

Un ejemplo peculiar de este tipo de enseñanza es la llevada a cabo en la UNED, al contar con tutorías presenciales en los centros asociados, frente a la *Universitat Oberta de Catalunya*.

1.5. La formación *online* en la empresa

Es de notar que en los últimos años un 63% de las empresas españolas han apostado por *eLearning* para la formación de sus empleados. Pero hay informes muy negativos en los que se asegura que sólo un 25% de los que comienzan un curso de esta modalidad los acaban⁵. Se apunta como punto débil de ellos que no son capaces de enganchar fuertemente a los que se proponen hacerlo y compaginar formación y trabajo. Posiblemente algunas de las razones tengan que ver con que es necesario que el curso cuente con un contenido de calidad pero a la vez sea práctico y aplicable en el puesto de trabajo, un diseño pedagógico que permita aprender de la experiencia y que se introduzca retroalimentación.

El tema adquiere especial relevancia entre los jóvenes recién graduados que encuentran un puesto de trabajo y no están dispuestos a renunciar a él (dada la precariedad laboral) pero tampoco a continuar con su formación ni a seguir con la especialización. Entonces, desean acceder a másteres y postgrados y según una reciente encuesta [46] el 51% de los estudiantes encuestados prefieren la enseñanza *online*, el 15% se decanta por la presencial y el resto por la mixta.

1.5.1. *eLearning* en las pequeñas y medianas empresas

Las TIC en el ámbito empresarial son poderosas herramientas en general y desde luego lo son aplicadas a la formación. Se observa de una manera patente en el marco de las redes sociales y en el de la comunicación entre diferentes empresas del mismo sector o de otro diferente la importancia que estas herramientas proyectan sobre la pequeña y mediana empresa. En el marco de las pymes, al igual que en las grandes empresas, se tiende a una flexibilidad en la formación profesional que no se ajuste a ningún horario ni a métodos tradicionales. Por otro lado, intentan (estas empresas) ahorrar en la formación de sus empleados, por ello las herramientas de software libre son económicamente muy convenientes, aunque todavía sean unas grandes desconocidas en el marco profesional [8].

1.5.2. *eLearning* en las grandes empresas

Las compañías de gran tamaño son las que están adoptando más rápidamente el *eLearning* como modalidad de formación. El éxito de este tipo

⁵Fundación para la Investigación y Desarrollo de Métodos y Tecnologías aplicadas a la formación (FUNDEFOR), <http://www.rrhmagazine.com/articulo/estudios/formaciononline.asp>

de enseñanza aprendizaje está provocado por la rapidez de transferencia del mensaje, facilidad de acceso a la formación de los participantes y menor coste con un seguimiento exhaustivo del aprendizaje de cada individuo. Estos sistemas provocan además un acercamiento entre los participantes de una misma empresa en varias sedes diferentes, incluso entre países, siendo estas plataformas también un método de comunicación viable entre los participantes de la formación. Los sistemas *eLearning* han podido desarrollarse en las grandes empresas debido también al gran arco económico que manejan para formación, se pueden plantear grandes inversiones a medio-largo plazo de la explotación de un sistema, de este tipo, adaptado a cada empresa. Actualmente un 50% de la formación en las grandes empresas utiliza sistemas *online*. Frecuentemente, estas ya tienen su sistema de formación *online* implantado varios años atrás, y en su intento de ser autosuficientes suelen desarrollar sus propias plataformas y disponen de un equipo de mantenimiento y desarrollo de estas.

1.5.3. *eLearning* en la empresa española

A fecha de mayo de 2012, y ante una acuciante necesidad de formación de las empresas ante la aprobación de la reforma laboral, se contabilizó que solo el 30% utilizaba la formación *online*.

Son las empresas del sector de las TIC las que más solicitan este tipo de enseñanza, llegando en algunas áreas a alcanzar el 68% de la formación (especialización en redes sociales para promoción de empresas, recursos 2.0 para innovación de empresas agroalimentarias, software de diseño, estadística aplicada a empresas sectoriales, etc.).

Entre otros datos, es sabido que la formación que imparte la banca llega a un 12% en la modalidad *online* y las empresas del sector químico y farmacéutico a un 11%⁶.

Ligado a este análisis de la empresa española y centrándonos en el caso de las pymes, es de destacar que ellas aportan más del 80% de la oferta de empleo, sin embargo su grado de innovación, según fuentes de la CEOE y el ministerio de industria, debe continuar avanzando. Y son fundamentales las TIC y las herramientas que proporcionen esta deseada innovación y que irá ligada a la formación continua que se produzca en el seno de estas empresas. Para esta formación es muy adecuado el *eLearning* o en su caso *bLearning* por los aspectos de abaratamiento de costes y por disponibilidad de los trabajadores y empresarios.

⁶www.eleconomista.es (mayo 2012)

1.6. Aprendizaje colaborativo apoyado por ordenador

Es a finales de los años noventa del pasado siglo cuando se comienza a estudiar las posibilidades del aprendizaje colaborativo utilizando el ordenador.

Una definición formal, de CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*) puede ser [21]:

Definición 1.2. Una metodología de enseñanza-aprendizaje por la cual interactúan dos o más estudiantes para construir el conocimiento a través de discusión, reflexión y toma de decisión, en la cual los recursos informáticos actúan como facilitadores. La transmisión de información persona a persona y grupo a grupo se realiza a través de Internet.

Un ejemplo del impacto que causa esta metodología y de las posibilidades que ofrece lo podemos imaginar al observar a especialistas médicos, cada uno en su centro de salud y utilizando una herramienta que les facilite la capacitación profesional, porque permita el intercambio de datos y espacios de trabajo donde pueden interactuar con otros médicos. En estas condiciones, se podrían analizar casos clínicos de cierta gravedad, realizar diagnósticos conjuntamente o discutir diferentes tratamientos.

Es sabido que el software para el trabajo en grupo mejora el rendimiento en general de todo el proceso de aprendizaje, su mayor aporte es hacer posible que diferentes personas puedan trabajar de forma compartida con una misma información y cooperar estrechamente en el desarrollo de proyectos.

Aunque este tipo de herramientas utilizan Internet, sobre todo se utiliza en redes internas corporativas. Las funciones básicas que se consiguen llevar a cabo con su utilización son las siguientes:

- Ayudar a que dos personas, o más, trabajen juntas
- Posibilitar el compartir conocimientos y experiencias
- Automatizar actividades
- Ayudar a crear una memoria de la organización
- Suprimir las barreras geográficas y temporales (supongamos la existencia de un espacio de trabajo compartido y un sistema de versiones)

Los elementos que deben aparecer en este tipo de herramientas son principalmente:

- Foros diversos
- Calendario y planificación
- Videoconferencia y chats para conversaciones síncronas
- Sistemas de reunión electrónica
- Pizarra electrónica y conferencia de datos
- Correo electrónico
- Grupos de noticias y novedades
- Almacenes de conocimiento (gestión de documentos)
- Escritura en grupo y edición compartida
- Aspectos de seguridad y de acceso al espacio de trabajo: perfiles de los usuarios (lectura/escritura), autenticación de nombre de usuarios y contraseña, control de versiones
- Formación automática de grupos de trabajo

El núcleo central del trabajo en los sistemas para el uso en grupo está constituido por el intercambio de información, su gestión y control, la notificación de toda clase de actuaciones, utilización del conocimiento almacenado referente a la organización, etc. La mayor parte de estos modelos incorporan funciones “flujo de trabajo” para la automatización de las fases y tareas del trabajo en grupo, es decir, diagramas para visualizar el flujo y organización de las tareas, permitiendo mezclas con el trabajo cooperativo [18]. A pesar de las ventajas que presentan, su implementación no es sencilla debido al coste tecnológico y económico, además del problema que supone para los usuarios (empleados de una empresa o alumnos de una institución) enfrentarse a un nuevo modelo de trabajo al que en absoluto están habituados. Para disminuir este efecto de temor, es recomendable la información y capacitación adecuada de los responsables del proyecto y que éstos vayan introduciendo poco a poco esta nueva metodología [39].

Hasta finales de los años noventa, las herramientas de trabajo colaborativo estaban representadas por herramientas como *Lotus Notes* y *Microsoft Exchange*. Estas herramientas contienen algunas funciones básicas de interacción, como por ejemplo un servicio de mensajería y sistemas de foros más o menos complejos. Posteriormente, con el revulsivo que supuso Internet, se

han transformado los hábitos de tal manera que es posible conectarse al espacio de trabajo común desde cualquier lugar a través de páginas web. A partir del año 2000 han aparecido diversas herramientas como LAMS⁷ y Reload⁸ entre otras. Normalmente se han desarrollado en el entorno de universidades y por grupos multidisciplinares de trabajo. Nacen para usarse integradas en las plataformas de *eLearning* y han sido cuidadosamente diseñadas para favorecer los aspectos colaborativos e innovadores de la enseñanza *online*.

El aprendizaje colaborativo maneja métodos que persiguen promover la enseñanza-aprendizaje a través de esfuerzos de colaboración entre estudiantes trabajando en una tarea determinada. Puestos a definir la colaboración en un contexto educativo, podemos decir que es la construcción del conocimiento con la implicación activa de los participantes. El CSCL trata de rescatar las situaciones de colaboración que tradicionalmente se dan en las aulas. Es decir, los estudiantes interactúan y sobre todo comparten ideas. El problema que se plantea es que esto no es tan sencillo en una enseñanza *online*, pues en un aula se cuenta con la presencia de un profesor que maneja convenientemente la colaboración y propone claros objetivos de aprendizaje. En el nuevo contexto hay que plantear un marco que realmente favorezca dicha colaboración y propiciar el uso de las herramientas educativas e informáticas convenientes. CSCL desarrolla un entorno colaborativo que maneja *elementos de aprendizaje*. El sistema que desarrolla dicho entorno debe actuar de una manera pasiva, es decir, no debe intentar ejercer un control activo sobre las interacciones colaborativas.

Dependiendo del tipo de tareas colaborativas que vayan a tener lugar, CSCL podría dirigirse hacia aprendizaje de conceptos, resolución de problemas o diseños. Hay que considerar, que en el primer caso se manejan los objetivos como una entidad única y en los otros dos se trabaja con cada objetivo dividiéndolo en módulos. Además, en la resolución de problemas el número de soluciones es finito, lo cual computacionalmente es más sencillo de representar que cuando hay que diseñar.

En los sistemas tradicionales de enseñanza asistida, la interacción es uno-a-uno, el sistema interactúa con un alumno y se intenta personalizar sus propias necesidades. En un sistema uno-a-n de aprendizaje colaborativo, se interactúa con un grupo, impartiendo los temas objeto de estudio usando unas estrategias de colaboración. Pero en este último tipo de sistemas, hay que tener muy en cuenta que no se trata de una combinación de n uno-a-uno estrategias de aprendizaje, sino de relaciones n a n , como puede verse en la figura 1.3.

⁷<http://www.lamsfoundations.org/>

⁸<http://www.reload.ac.uk/>

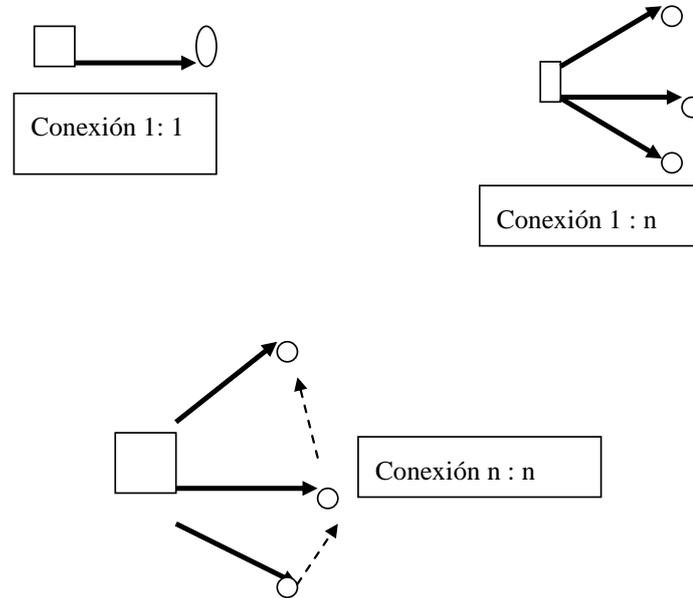


Figura 1.3: Sistemas 1 a 1, 1 a n y n a n de Aprendizaje Colaborativo

1.6.1. Aprendizaje colaborativo versus cooperativo

Esta distinción es importante que sea tenida en cuenta en nuestro trabajo. De la misma forma que la Ciencia de la Computación ha establecido diferencias entre aprendizaje en general y métodos de resolución de problemas, desarrollando diferentes técnicas en cada caso, la colaboración frente a la cooperación, puede ser de una distinción más compleja, pero no menos instructiva. Para el propósito que nos ocupa, podemos distinguir entre un trabajo cooperativo que será aquel en que una tarea se divide en varias partes y cada participante es responsable de su actividad, y uno colaborativo en que cada tarea involucra participación conjunta de los participantes en un esfuerzo convenientemente coordinado para resolver un problema entre todos.

Se podría definir la colaboración como una tarea no distribuida pero esto no evita la ambigüedad. La división del trabajo siempre puede aparecer en colaboración, pues el estudiante que conoce más sobre un concepto dado puede tomar el papel de controlador de la situación mientras que los otros pasarán a ser observadores críticos de las situaciones que vayan apareciendo. Pero colaboración y cooperación no difieren tanto en si la tarea es o no distribuida, sino por el modo en que se divide: en cooperación el problema

se divide en subproblemas independientes, y la coordinación se requiere al final del proceso; en colaboración los procesos cognitivos requieren divisiones en capas y la coordinación debe ser una actividad continua, producto de un intento de construir y mantener en todo momento una concepción compartida de un problema a resolver.

1.7. Plataformas de *eLearning*

Hasta ahora hemos usado el concepto de *eLearning* como enseñanza a distancia usando medios tecnológicos, si bien suele darse por sobreentendido que dicha enseñanza está soportada por la red. Ligada a este tipo de enseñanza están los LMS o plataformas *eLearning*, y que se pueden definir:

Definición 1.3. Los LMS son recursos software instalados en un servidor, y que tienen como objeto controlar y favorecer la formación *online* de una institución privada o pública.

También pueden definirse:

Definición 1.4. Herramientas de aprendizaje y diseño de cursos virtuales que permiten catalogar, registrar y hacer seguimiento de diversas actividades de enseñanza-aprendizaje.

Las plataformas aparecen tanto en un contexto de *eLearning* propiamente dicho, cuando la formación que se imparte es totalmente a distancia, como en el de *bLearning* cuando la formación es combinada entre una parte presencial y otra a distancia, como ya se ha dicho.

Las funciones de estas plataformas son de diversa índole. Por una parte podemos hablar de funciones de formación propiamente dichas (hacer seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, realización de pruebas de evaluación, publicación de material didáctico, favorecer la comunicación por medios síncronos o asíncronos) y funciones administrativas (gestión de usuarios, generación de informes, etc.). La mayoría de las plataformas usan tecnología de páginas web.

Un LMS o plataforma no suele incluir posibilidades para crear los propios contenidos (autoría), pero es posible gestionar contenidos que se han creado con otras herramientas. En este contexto aparecen también los LCMS (*Learning Content Management System*) que son herramientas web que se usan para publicar y almacenar materiales didácticos para cursos en red, o sencillamente para ser consultados.

En líneas generales podemos afirmar que los LMS son herramientas de gestión del apartado administrativo de los cursos, relación de los estudiantes

y evaluación y los LCMS gestionan el desarrollo de contenidos de aprendizaje, su facilidad de acceso y almacenamiento en repositorios. Los primeros han crecido en número y diversidad a una velocidad superior que los segundos, dado que constituyen sistemas de mayor complejidad. Destacamos que las plataformas *eLearning*, han evolucionado de precios elevados hasta disponer de algunas de acceso libre y gratuito, de las que nos gustaría destacar una muy consolidada *Moodle*, y otra en crecimiento y evolución *Sakai*.

En lo que sigue nosotros comenzaremos analizando la plataforma *WebCT*, por su *peso histórico* al haber sido la de mayor implante en las universidades españolas, pudiéndose hablar de un 31,04 % de ellas que la han utilizado, y especialmente una tan de referencia como es la UNED. No obstante habría que señalar que muchas de las instituciones que la usan, se plantean el migrar a otras plataformas de código abierto (*open source*) como *Moodle* o *Sakai*. En la Figura 1.4 presentamos datos de 2004, precisamente por su curiosidad histórica.

Es de destacar que tan solo en cuatro años, la plataforma *Moodle* logró llegar, instalarse y quedarse en la mayoría de las universidades españolas. Ya en 2008, 4000 institutos, academias y universidades se habían registrado en *Moodle*. La tendencia no ha hecho más que crecer. A día de hoy, es un referente indiscutible en España. La UNED ha comenzado a usarla en el curso 2016-2017 de una forma experimental.

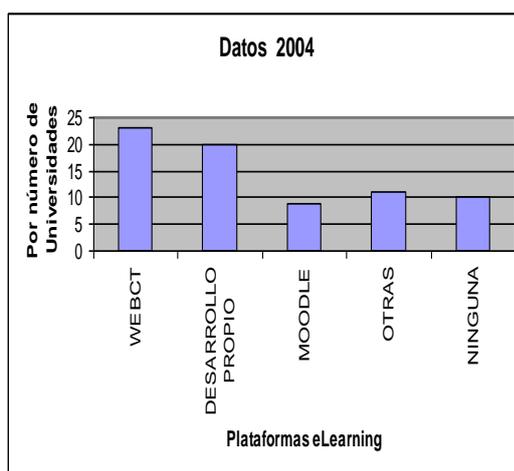


Figura 1.4: Implatación de las Plataformas en Universidades Españolas 2004

1.7.1. Plataforma *WebCT*

La plataforma *WebCT* (*Web Course Tools*), que al final ha acabado fusionándose con *BlackBoard*, fue la elegida por la mayoría de las universidades españolas en un principio. Ha sido desarrollada en la Universidad de British Columbia (Canadá), se considera al profesor Murray Goldberg como su creador en 1995. Desde poco después de su lanzamiento, *WebCT* se convirtió en la plataforma dominante en el mundo académico, manteniéndose hoy día con cierta presencia (junto a su asociada *Blackboard*, que la ha absorbido) tanto por funcionalidad como por número de implantaciones reales y contenidos disponibles.

Entre las ventajas que las plataformas comerciales ofrecen están: el soporte (al ser productos comerciales, disponen de departamentos de control de calidad que prueban sus productos y aseguran su funcionamiento), documentación (hay departamentos específicos para el desarrollo de la documentación y pruebas del producto y se generan escenarios de uso), especialización y unificación. En contra de este tipo de plataformas podemos decir que tienen una implantación más rápida, pero con problemas de rigidez en su gestión y en la organización docente.

Por el contrario, las de código abierto aportan: bajo coste de adquisición y mantenimiento, menor tiempo de desarrollo (al disponer de código ya desarrollado se pueden abarcar proyectos con una planificación temporal más corta y con menores recursos y se parte de un software probado y sólido), mayor seguridad (al tener acceso al código fuente es más sencillo encontrar fallos de seguridad e implementar una solución), sostenibilidad (el ciclo de vida está garantizado al haber una comunidad de desarrolladores que constantemente aporta código e ideas para el desarrollo de la herramienta) y entorno personalizado (como se puede acceder al código de la plataforma, es muy fácil transformar el producto original en otro más orientado a las necesidades de la institución que le vaya a dar uso). En contra de este tipo de plataformas, hay que decir que se necesita una mayor administración y gestión de las mismas, así como unos recursos humanos más especializados y con mayor cualificación técnica. Debido a lo anterior, reiteramos que se hace necesario un análisis de las posibilidades existentes y se presenten las funcionalidades que estas herramientas pueden aportar. De hecho las plataformas de código abierto dan un grado de adaptación a las especificaciones de la institución, que no se pueden llegar a conseguir con las de código propietario, y por ello han ido avanzando en cuotas de implantación y prueba en las universidades españolas.

1.7.2. Plataforma *Moodle*

La plataforma *Moodle* permite su descarga e instalación en el ordenador. Se considera una herramienta especialmente diseñada para dar soporte a un marco de educación social constructivista en la red. Ofrece tres perfiles de acceso: administrador, profesor y alumno. Con el perfil de administrador se puede configurar la plataforma y gestionar los usuarios, los cursos, registros y los archivos. Muestra un módulo de comunicación (foro y chat) y un módulo de contenido. Además, presenta otros cuatro módulos: consultas, cuestionarios, talleres y tareas. A través del módulo *consultas* el profesor presenta preguntas que son contestadas por los alumnos en función de las opciones mostradas por el docente. La evaluación se realiza a través de cuestionarios. Los talleres constituyen un espacio destinado para el trabajo colaborativo.

Es la más implantada en la universidad española y no solo entre las de código abierto. Tiene la ventaja de que un gran número de herramientas (desarrolladas en el entorno universitario y de alto valor didáctico y colaborativo) pueden manejarse asociadas con la plataforma. De entre ellas es de destacar LAMS (*Learning Activity Managent System*), desarrollada en Macquarie University (Australia), y que es una herramienta creada para diseñar y publicar secuencias de actividades con posibilidad de colaboración. Mediante una sencilla interfaz visual proporciona gran cantidad de actividades diferentes para que los profesores las diseñen. Para la publicación se proporciona un área donde es posible seguir la evolución de todos los alumnos durante la sesión de actividades.

1.7.3. Otras plataformas

Otro caso notable de plataforma es el de aLF (aprendizaje coLaborativo y Formación *online*) introducida en la sección 1.3.4 que ha sido creada por el grupo de desarrollo de la sección de innovación de la UNED, para ser un espacio de aprendizaje colaborativo e integrado, de comunidades y cursos para la educación superior a distancia. La diferencia más significativa entre esta plataforma y otras que podemos encontrar, es que aLF está basada en comunidades de usuarios. Esta es una utilidad de gran importancia, ya que son grupos de trabajo como equipos docentes, proyectos de investigación, asociaciones, departamentos, facultades, en los que personas con distintos niveles de experiencia e intereses comunes, usan los recursos de Internet para mejorar su comunicación y coordinación con el resto. Por otra parte la plataforma no constituye un proyecto aislado pues incorpora los estándares educativos IMS y SCORM y está basada en *dotLRN*, tecnología que se utiliza en instituciones tan prestigiosas como MIT, Cambridge University (UK),

University of Heidelberg (Alemania) o University of Sydney (Australia). Otra iniciativa a resaltar es *ZonaClic*, del Departamento de Educación de la Generalitat de Cataluña, es un espacio de cooperación de docentes donde se puede compartir materiales didácticos. Pretenden impulsar el desarrollo de espacios de trabajo cooperativo en la red. Las herramientas que ofrece son biblioteca de actividades, JClic, Clic, comunidad, documentos, soporte (preguntas más frecuentes), herramienta de búsqueda y cambio de idioma de la plataforma.

Por último, otros dos ejemplos de plataformas de código abierto usadas en España lo constituyen *Dokeos*, que además de disponer de un curso demo que facilita la comprensión de la herramienta ofrece: gestión de contenidos, autoevaluaciones, agenda e información sobre los grupos que participan en el curso y *BSCW* (*Basic Support for Cooperative Work*), una plataforma para el desarrollo de actividades colaborativas que ofrece la oportunidad de trabajar sobre un archivo a un grupo de personas al mismo tiempo. Permite compartir documentos, es fácil de utilizar, ofrece la posibilidad de almacenar información de forma gratuita. Una derivación de la plataforma *BSCW* es *Synergia*, basada en espacios de trabajo compartido. Algunas de las herramientas que ofrece son los foros, pizarra y calendario.

1.8. Objetos de aprendizaje

Un problema a abordar en el entorno del *eLearning*, es que la red puede llegar a convertirse en un almacén de todo tipo de material didáctico, más o menos estructurados y conexiónados. Sería necesario poder reutilizar los materiales didácticos para optimizar el uso de estos entornos, por ello, es importante que las herramientas educativas se encuentren convenientemente identificadas para poder ser utilizados en los contextos convenientes. En este sentido cobran importancia los Objetos de Aprendizaje (OA), que en una primera definición podemos decir,

Definición 1.5. Son unidades de contenido junto con los metadatos que los describen.

Sin embargo, si se repasa la bibliografía [96], parece que nos encontramos en un momento en que existe cierta ambigüedad en lo que respecta a los OA, o lo que es lo mismo: se usan en un sentido muy amplio. Lo mismo pueden usarse para nombrar a actividades de aprendizaje que a materiales multimedia, que a recursos bibliográficos o pruebas de evaluación, etc. En este contexto, consideramos muy importante el definir con rigor el concepto de OA, para poder evaluar su calidad y sobre todo saber qué material de los cursos virtuales puede realmente denominarse como tal.

La definición más al uso de OA, es la siguiente:

Definición 1.6. Pieza de conocimiento, unitaria, autocontenida y reutilizable, compuesta por los siguientes componentes: objeto instruccional, contenido, actividad de estrategia de aprendizaje y módulo de evaluación.

Pero esta definición es tan amplia, que en ella cabría cualquier material didáctico inmerso en un sistema de formación apoyado en enseñanza a distancia o semipresencial, con uso del ordenador, conectado o no a la red, con entorno o no colaborativo y con enseñanza a distancia o semipresencial.

Esta ambigüedad puede generar confusión y como efecto añadido, aumentar la resistencia a su uso de cierto número de profesores. De hecho en el contexto de ARIADNE (*Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe*)⁹ se habla de documentos pedagógicos, en el de MERLOT (*Multimedia Educational Resource for Learning and On-Line Teaching*)¹⁰ de materiales de aprendizaje *online*, pero también son usados en otros contextos todo un abanico de términos que pueden ser similares.

En realidad el concepto, cuyo origen se remonta a 1992, procede del paradigma de la Orientación a Objetos, y en nuestro caso, aceptamos el término sin proponer nuevas denominaciones. Pero para que el uso de los OA mejore sustancialmente la producción de material didáctico de uso en la red, se debe realizar un esfuerzo de clarificación y definición de los mismos, considerando que dichos objetos deben ser compatibles con diversos sistemas de aprendizaje *online*, fáciles de migrar de una plataforma a otra, y sobre todo, fáciles de localizar, acceder, guardar y reutilizar. Todo esto implica compatibilidad con los estándares educativos, a los que hay que tener muy en cuenta a la hora de admitir una definición ampliamente aceptada por toda la comunidad de *eLearning*.

Totalmente ligados a los OA y a la idea de estandarizar tenemos los repositorios educativos, pues sin estos no tienen sentido aquellos, que habría que verlos como objetos aislados, sin ninguna relevancia ni influencia real. Por ello los OA se estructuran en repositorios, debidamente etiquetados y catalogados de acuerdo a códigos comunes, para la mayor cantidad de usuarios. De ahí la necesidad de los estándares, para el diseño y descripción de los diversos y complejos elementos que entran a formar parte de los escenarios educativos en la red.

Mediante los metadatos, que hemos mencionado, se tiene la posibilidad de definir las secuencias de actividades y la navegación en un sistema educativo de *eLearning*. Y es en relación con esta secuencia de actividades, cuando

⁹<http://www.ariadne-eu.org>

¹⁰<https://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=225879>

cobran importancia algunas herramientas colaborativas para integrarse en las plataformas, entre ellas LAMS, que más adelante analizaremos. Por todo ello, consideramos muy importante que existan estándares, que no dejen de evolucionar, sino al contrario, que se enriquezcan con nuevas aportaciones tanto para las plataformas existentes y futuras, como para las herramientas que pueden integrarse en ellas.

Cuando se habla de este tipo de conceptos preferimos hablar de almacén de OA, y al tratar de explicarlos la bibliografía recurre al ejemplo de añadir a una biblioteca digital un buscador. La verdad es que los objetos son más diversos que los que pueden encontrarse en una biblioteca, pues entre otros podrán aparecer textos, videos, imágenes, gráficos e incluso varios de estos elementos integrados en un curso. Podrían no albergar siquiera estos elementos, valdría con contener una referencia a ellos. Además los criterios de búsqueda pueden ser también más complejos que los de una biblioteca, que suelen ser por títulos, autores, editoriales o palabras claves. Se pretende, por parte de algunas instituciones, contar con grandes redes de repositorios locales y también el que sean distribuidos. Pero también puede comprobarse, la tendencia de gran número de organismos que apuestan por el hecho de que dichos repositorios dejen de ser meros almacenes de información y se conviertan en auténticos sistemas de enseñanza-aprendizaje.

También habría que decir que en el ámbito iberoamericano aún queda mucho material que elaborar. Es notable al recurrir a la bibliografía [62] el comprobar que existe un número muy inferior de material digital y repositorios asociados en castellano o portugués (ámbito iberoamericano) que en inglés.

1.9. Estándares

Hemos hablado en los apartados anteriores de los inconvenientes que aparecen en la enseñanza *online* y la necesidad imperiosa de estructurar convenientemente el diseño de los cursos. Dentro de este panorama hemos visto como aparecen los LMS o plataformas educativas de *eLearning*, por apuntar una cifra, podemos hablar de más de un centenar de plataformas y entre ellas las desarrolladas *a medida* (plataformas que han tenido que ser modificadas para cubrir ciertos aspectos). Dado este incremento de recursos educativos de software y hardware en la red, se ha hecho necesario el que diversas instituciones y organismos aborden la tarea de establecer un conjunto estructurado de recomendaciones que persiguen la reutilización de los recursos, la homogeneidad de los sistemas y la adaptación de dichos recursos y herramientas a las necesidades de formación y condiciones iniciales de los alumnos de los

cursos de las plataformas mencionadas [9].

La experiencia nos indica que ninguna tecnología se implanta plenamente sin el desarrollo de estándares. Los estándares provocan el punto de inflexión de aceptación de una tecnología, generan una economía relacionada con la tecnología y nos dan las capacidades que definen. En el caso del *eLearning* consideramos que estos no están en su estadio definitivo. De no existir estándares, sería prácticamente imposible adaptar los contenidos desarrollados en una plataforma de *eLearning*, pues a cada una de estas plataformas las apoyan distintas entidades y sin normativa, lo que conllevaría serias dificultades.

La convergencia de tecnologías *eLearning* es muy importante tanto para los desarrolladores como para los consumidores. Para los primeros porque pueden intercambiar contenidos e información correctamente empaquetada, mientras que para los consumidores, porque van a utilizar un producto que será más fácilmente actualizable, redundando en una mayor calidad.

No solo es necesario que un curso desarrollado en una plataforma sea compatible con otro de otra diferente, sino que también es necesario que los resultados de las actividades contenidas en un curso sean procesables por otros sistemas. Estos estándares *de facto* han ido madurando tanto técnicamente como en uso, de ahí que gran parte de sus contenidos vayan siendo recogidos por organizaciones especializadas en la estandarización, proceso éste que genera estándares reales. Dos buenos ejemplos de estos estándares de hecho en el proceloso mundo de Internet lo constituyen los lenguajes *HTML* y *XML*, que han sido creados en la intersección del mundo académico y el empresarial sin resultar que empresa alguna tenga los derechos sobre ellos. Han trabajado en el contexto de un consorcio y en beneficio de la tecnología que iba a ser de todos.

Se puede definir un estándar cómo:

Definición 1.7. Un documento vivo elaborado por consenso con reconocimiento internacional, sometido a revisión continua y que proporciona unas guías (en formato de especificación técnica) para propiciar una correcta aplicación y desarrollo de herramientas en un contexto determinado.

Uno de los primeros problemas con que se encuentra el alumno en los SVF es el de la gestión de la información, lo cual provoca en ocasiones, cierta desorientación. Los estudiantes están acostumbrados a manejar los contenidos que constituyen su aprendizaje a través de textos escritos y apuntes. A veces experimentan dificultad al manejar estos contenidos insertos en páginas [4]. Por ello nos encontramos con un primer aspecto importante a considerar, que es el del formato. Si lo que se persigue es una descripción tradicional de los contenidos que sea manejable podemos conformarnos con formato PDF

o Word, pues son materiales accesibles desde cualquier página. Sin embargo, para una presentación más flexible, pensamos que debe tomarse la opción de *XML* o *JSON*, usando los estándares educativos (IMS, SCORM que veremos en lo que sigue). El uso de *XML*, aporta:

- Reutilización de los contenidos, pues en los casos de campus virtuales de un gran número de cursos con muchas páginas asociadas a ellos, la preparación y actualización de contenidos puede hacerlo un programa que lo pase a formato web. Puede servir un mismo fichero de contenidos para aparecer a la vez en las guías didácticas asociadas a los cursos y en los propios cursos virtuales.
- Facilidad de acceso, pues al poder especificar mediante etiquetas facilitadas por los estándares educativos todos los elementos del curso (contenidos, objetivos, metodología, evaluación), esta meta-información se coloca al alcance de cualquier usuario o incluso programa.

De esta forma, la organización de los contenidos puede aparecer en una base de datos desde la que se podrían gestionar los distintos formatos evitando así problemas de duplicidad. Los estándares para *eLearning* nacen ante la ausencia de una metodología común de desarrollo de materiales didácticos y contenidos que luego permitan su reutilización. La independencia de las múltiples plataformas de dichos materiales y contenidos se hace totalmente necesaria para que el trabajo y esfuerzo invertido sea eficaz. Los estándares educativos son fruto de los trabajos desarrollados en torno a tres niveles [97]:

- *Nivel de especificación*, en el que se dan un conjunto de recomendaciones de buenas prácticas, dirigidas a la comunidad de *eLearning*.
- *Nivel de validación*, en el que se incorporan las especificaciones anteriores a las herramientas existentes (LMS), y se crean marcos de referencias en los que se estudia la viabilidad de cada especificación y se analiza la posibilidad de ensamblarla en un sistema *eLearning* global.
- *Nivel de estandarización*, las especificaciones que han sido validadas, se retoman por las instituciones y organismos oficiales implicados y estos se encargan de consolidarlos como estándares ya propiamente dichos.

Es de notar que algunas de las instituciones u organismos que propician estos estándares y que veremos en el capítulo 3, se implican en dos o más de los niveles anteriores. En la actualidad un gran número de sistemas de

aprendizaje integran el estándar SCORM¹¹ (*Sharable Content Object Reference Model*) que procede de ADL (*Advance Distributed Learning*)¹², una iniciativa de la Oficina de Ciencia y Tecnología del gobierno norteamericano (2002), que nace con el objetivo de conseguir una enseñanza de calidad en un amplio ámbito. También, es de destacar el estándar IMS (IMS 2002)¹³, con antecedentes en 1997, y promovida por EDUCASE, organismo que agrupa a un conjunto de instituciones educativas y empresariales norteamericanas y que se agruparon para desarrollar estándares abiertos para sistemas de enseñanza apoyada por ordenador. Dentro del marco europeo, existen varias iniciativas siendo de destacar ARIADNE (2003) (*Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe*). Los aspectos en que los estándares de *eLearning* se centran son:

- *accesibilidad*: posibilitar el acceso a los componentes instructivos y distribuirlos en otras muchas localizaciones diferentes.
- *interoperabilidad*: usar componentes instructivos desarrollados en una localización, con un juego de herramientas y plataformas, en otro juego de herramientas o plataformas diferentes.
- *adaptabilidad*: adaptar la instrucción a las necesidades del entorno y de los estudiantes.
- *reutilización*: incorporar componentes instructivos de ciertas aplicaciones en muchas otras.
- *duración*: hacer funcionar componentes instructivos cuando cambia la base tecnológica sin volver a diseñar o codificar.
- *coste*: incrementar la efectividad de la formación y el coste económico reduciendo el tiempo necesario.
- *facilidad*: de gestión con el material digital desarrollado.
- *extensibilidad*: capacidad de agregar o modificar objetos educativos.

Dentro del ámbito de este trabajo, nos interesa la especificación que en cada estándar tiene que ver con el contenido educativo de los cursos, CAM (*Content Agregation Model*) en SCORM y *Content Packaging Specification* en IMS. Lo que se persigue con estas especificaciones es la reutilización e

¹¹<http://www.ltsc.adlnet.org>

¹²<http://www.adlnet.org>

¹³<http://www.imsproject.org>

intercambio de los contenidos. Por su propia naturaleza (los contenidos), estas especificaciones impregnan a todas las demás. La especificación propone un encapsulado para las estructuras de datos, que han de permitir la búsqueda interoperabilidad. Cada cápsula o paquete consta de:

- Un documento XML que describe los contenidos encapsulados y su organización (metadatos, descripciones de la forma de presentar los contenidos).
- Un conjunto de archivos con los contenidos propiamente dichos, páginas Web, archivos de texto, ficheros multimedia, objetos de evaluación, etc.

Por ello concluimos que al tener un estándar *eLearning*, de lo que en realidad se dispone es de un conjunto bien estructurado de reglas que especifican cómo construir cursos *online* y desarrollar plataformas y herramientas de tal forma que puedan intercambiarse datos, contenidos de los cursos y material didáctico.

1.10. Cursos MOOC

La novedad que han supuesto en el panorama Europeo la aparición de los cursos MOOC (*Massive Open Online Course*), las primeras apariciones fueron en 2012, provoca que el fenómeno carezca de estudios analíticos fiables en lo que se refiere a su eficiencia e interés social.

A su vez ha generado dicha aparición interés en el panorama de la Universidad Española, hasta el punto que España se ha convertido en el país de Europa con mayor número de cursos MOOC ofertados. De hecho terminó el año 2013 (que se considera su año más representativo) con 94 cursos ofertados por la totalidad de la universidad española seguido de 65 que se impartieron en Reino Unido¹⁴.

Los MOOC (aunque en España se conocen con las siglas COMA de Cursos *Online* Masivos y en Abierto, surgieron en la Universidad de Stanford en la que un profesor, Sebastián Thrun (Alemania, 1967), abrió un curso sobre inteligencia artificial para todo el mundo. En él se inscribieron más de 120.000 alumnos y más de la mitad lo finalizaron. Aunque el primer MOOC reconocido como tal fue *Connectivism and Connective Knowledge* ofrecido por la Universidad de Manitoba [45].

El *Massachusetts Institute of Technology*, MIT, anunció públicamente en 2001 que daría acceso libre y gratuito a los materiales de todos sus cursos

¹⁴<http://www.catedratelefonica.upf.edu/wp-content/uploads/2014/02/MOOCs-en-Espa%C3%B1a1.pdf>

oficiales, tanto así que en 2009 alcanzó la cifra de 1900 cursos publicados de grado y posgrado. A esta corriente de abrir los contenidos al mundo la conocemos como *Open Course Ware*, OCW. Pero esta iniciativa, que pocos detractores se encontró al principio, comenzó a generar cierto recelo. Había quiénes consideraban que únicamente con abrir los documentos y asignaturas en una plataforma, no se generaba conocimiento. Quisieron dar un paso más. Fue entonces cuando el profesor de Stanford, Thrun, abrió su curso. Tras hacer esto, decidió abandonar la Universidad de Stanford afirmando que durante todos los años que ha estado en ella no compartía su conocimiento con más de 500 personas al año y la experiencia del curso de saber que han aprendido con él más alumnos que los que podría dar clase durante su vida, le motivó para abandonar Stanford y fundar Udacity¹⁵, la primera plataforma de cursos MOOC conocida.

Los cursos constan fundamentalmente de videos, documentos descargables y se apoyan en test y sobre todo en los foros. En la actualidad, son considerados como nueva modalidad de formación *online* y son calificados como un nuevo espacio de autoaprendizaje donde se aprende de y con los participantes que forman la comunidad asociada [41]. En ella los docentes aportan unos contenidos inicialmente, pero esos contenidos son complementados por toda la comunidad, con distintos recursos, ya sean imágenes, citas, videos, artículos, etc.

En febrero de 2016 ha surgido una *red internacional de cursos MOOC*, la iniciativa la han tomado la Universidad tecnológica de Delft, Universidad de Amsterdam, la de los Países Bajos, la Universidad tecnológica de Zurich, la British Columbia en Canadá, la Universidad Nacional de Australia, la Queens-land de Australia y la Universidad de Boston. El objetivo que las une es similar al sistema europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos. Se trata de crear una red internacional de movilidad virtual. La iniciativa similar en el ámbito de Latinoamérica es Miriada X, que ofrece cursos MOOC ofertados por 43 universidades latinoamericanas, portuguesas y españolas.

Este nuevo fenómeno hace que nos replanteemos la enseñanza *online*, nos impone un reto para transformar nuestra forma habitual de actuar en los cursos para lograr una nueva forma de avanzar en el aprendizaje continuo. También nos llevaría a nuevas preguntas: *¿Los MOOC van a sustituir a la formación universitaria?* Desde luego, no serán sustitutos de la educación superior, pero si quizás son la complementación perfecta a esta. Un MOOC tiene unos rasgos que no tienen otro tipo de cursos *online*, y a la inversa, los MOOC carecen de muchas características que tienen los cursos *online* tradicionales y la formación presencial. No se pueden comparar.

¹⁵(Wikipedia, (2013))

Presentamos una encuesta¹⁶ a cientos de universidades de prestigio en todo el mundo. A continuación de muestran los datos más interesantes de dicha encuesta:

- El 74 % de los centros ya ofrecen cursos *online*; en los próximos 3 años será el 90 %.
- El 13 % de los centros ya ofrecen MOOC; en 2016 será el 43 %.
- El 72 % piensan que los MOOC son apropiados para continuar la educación superior; el 59 % para planificar cursos fuera de los grados; el 53 % como fórmulas de entrenamiento.
- El principal valor de los MOOC: para el 44 % es continuar desarrollando metodologías educativas; para el 35 % incrementar la visibilidad de la institución; para el 16 % mejora la formación de los docentes.
- El 83 % de los centros se plantean ingresar en plataformas como Coursera o Udacity.
- El 67 % de las instituciones creen que los MOOC nunca podrán sustituir a la educación tradicional y presencial; un 5

Los principales puntos débiles de los MOOC:

- Para el 41 %, el mayor problema es la ausencia de revisiones o de exámenes; para el 25 % se trataría de los altos costes de puesta en marcha; para el 15 %, la elevada dedicación en tiempo que necesita.
- Sólo el 44 % de los centros se ha planteado dotar de créditos oficiales a sus MOOC

Estos datos son muy reveladores respecto el futuro. nos plantean interrogantes: ¿Se cumplirán estas previsiones? ¿Deben estar todas las Universidades en esta ola, o no es necesario?. Conocemos muchos casos de grandes empresas fuera del mundo educativo, que por sus razones, no se unieron a una determinada *ola de tecnología* o moda. Y que con los años han acabado cerrando o muy disminuidas de su escala inicial, por ejemplo, la empresa KODAK. El coste mayor en estos casos, es ignorar esa ola. Para concluir, debemos decir que es un tema de reciente actualidad del que todo el mundo habla, pero todavía no se dispone de datos esclarecedores que iluminen el camino. Habría que analizar estos datos que van surgiendo.

¹⁶The Huffington Post, 2014

Lo que aún es difícil ver, es si los MOOC jugarán o no un papel crucial en la enseñanza *online*. Sí es posible afirmar que son adecuados para la formación permanente y complementaria y para personas que ya tienen un nivel de formación. Condición necesaria para seguirlos y conseguir culminarlos con éxito sería la *autodisciplina*.

1.11. El fenómeno de la gamificación

Muy ligado al *eLearning* y con intersección no vacía con la disciplina está la gamificación (*gamification* en el contexto anglosajón), y que viene adquiriendo un gran auge en la literatura y dando lugar a múltiples publicaciones y celebraciones de congresos. El concepto podemos definirlo:

Definición 1.8. La gamificación es una estrategia que consiste en aplicar técnicas comunes a muchos juegos en ámbitos que no son lúdicos para potenciar habilidades como la concentración, el esfuerzo o la motivación entre otros, y cuyo objetivo es aglutinar, concentrar e incluso influir en determinadas comunidades.

Las comunidades de las que hablamos son las múltiples que han surgido en torno a las redes sociales, webs corporativas o cualquier entorno digital, si bien, es cierto, que no se limita la gamificación solo a entornos digitales. Hablamos de alumnos de un determinado centro, habitantes de un barrio o pueblo o trabajadores de una empresa. En estas comunidades no siempre es fácil pasar de una conexión a un compromiso e implicación (*engagement*), es decir participar con actividades que requieren un esfuerzo. Por otra parte el fenómeno del interés que despiertan los videojuegos ha atraído a sociólogos, psicólogos y pedagogos que han tratado de dilucidar qué aspectos de estos pueden aplicarse a otros ámbitos no lúdicos.

Los juegos son escenarios en los que el objetivo es claro, se trata de ganar según unas reglas fijas, que si se incumplen se recibe una penalización. También se realizan prácticas que favorecen la colaboración, el trabajo en equipo, la voluntad de liderar y la posibilidad de avanzar desde el aprendizaje que proporcionan los errores propios. Las técnicas de gamificación más comunes, que se aplican son las de narración, niveles, retos, distintivos (*badges*) y las de clasificaciones [42].

En torno a la gamificación ha surgido una subárea, la de los juegos serios (*serious games*) que consiste en seguir el modelo de los juegos en cuanto a diseño y aplicarlos a contextos como la educación, la salud, defensa, negocios, investigación científica e incluso en el entrenamiento de emergencias y en

áreas más transversales. Es decir, en aquellas que requieren de un fortalecimiento de las habilidades de emprendimiento, capacidad de trabajo en grupo, liderazgo, capacidad organizativa, la negociación y el compromiso ético [36].

Sin embargo y aunque se han conseguido resultados estimulantes hay fuertes obstáculos en lo que se refiere a todo el potencial que se estima pueden tener. Ello parece ser debido a costes de licencias y a costes de mantenimiento y soporte así como la metodología a seguir para que simulaciones y aplicaciones culminen en una eficiente aplicación.

Entendemos que es nuevamente un terreno interdisciplinar en el que se mezclan aspectos tecnológicos, educativos, psicológicos, del mundo de los negocios e incluso de la política. Tendrían una aplicación clara en matemáticas, diseño de programas y marketing si realmente se tienden puentes convenientes entre investigación y aplicaciones prácticas.

Los partidarios de la gamificación inciden en que el formato de esta impregna a los cursos virtuales que la incorporan de la capacidad de comunicar seguridad y confianza al que aprende, permitiendo que retenga mucho mejor lo aprendido. Consideran que el juego tiene tal potencial que se convertirá en una de las herramientas más útiles del aprendizaje efectivo. De hecho se atreven a dar cifras afirmando que permite el aumento de la finalización de tareas en un 300 %, la confianza del alumno en un 20 %, el conocimiento conceptual en un 11 % y la retención de lo aprendido en 90 % [12].

Capítulo 2

Metodologías docentes para la enseñanza virtual

En este capítulo nos proponemos presentar un conjunto de recomendaciones que pretenden aportar una guía a la hora de diseñar un curso virtual. Para ello comenzamos revisando las teorías pedagógicas que sustentan a los sistemas virtuales colaborativos.

Continuamos con la especificación de las variables relevantes que están presentes en las interacciones colaborativas de un grupo de estudiantes que trabajan juntos. Se adopta la perspectiva de tomar el grupo como unidad de análisis frente a otras aportaciones, que consideran ciertas variables que acaban mostrando que son dependientes entre sí, y por ello haciendo que el análisis no sea concluyente.

Presentamos también una heurística para medir la colaboración a través del trabajo de los foros y se aborda además el problema de los objetos de aprendizajes y sus almacenes digitales, teniendo en cuenta la reutilización y la interoperabilidad dictada por los estándares.

Se concluye, con el problema del diseño de un curso MOOC y para ello se dan también un conjunto de recomendaciones.

2.1. Introducción

El *eLearning* constituye hoy un interesante campo de investigación en el que juegan un importante papel las metodologías y análisis de las herramientas usadas. Por otro lado desde las universidades y desde el entorno empresarial se habla de la necesidad de formar a estudiantes y profesionales para que sean capaces de trabajar en redes de colaboración y de negocio y con capacidades para aprovechar con soltura todas las posibilidades de Internet.

Este capítulo presenta una metodología para analizar e introducir mejoras en los SVF.

Las instituciones universitarias se encuentran inmersas en unos procesos de cambio que afectan a varias de sus dimensiones y proyecciones y cada día aumenta el número de las que incorporan su propio campus virtual. El deseo de una parte importante de los agentes implicados es que dichos campus no se limiten a ser unos almacenes de contenidos y recursos didácticos y que pasen a ser auténticos sistemas de formación.

Por otro lado, la llamada enseñanza presencial, también se encuentra sometida a un proceso de revisión, y trata de adaptarse a las necesidades cognitivas y de formación de un determinado colectivo de alumnos. Se está pasando de una situación en la que se exponía el contenido de apuntes o textos a otra en la que los medios didácticos y las actividades de aprendizaje apoyan y complementan la labor educativa. Es también en este sentido, donde la reflexión sobre el papel positivo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) deben aportar soluciones.

La mayoría de las Universidades vienen optando por un modelo que añade a la enseñanza presencial la virtual (*Blended Learning*), modelo por el que parece, se inclinan también un gran número de empresas e instituciones en general. Otras optan por ofrecer un modelo totalmente a distancia, en el que la presencia física del profesor desaparece, y toda la comunicación ha de producirse a través de la red. A nuestro entender los dos grandes inconvenientes de los sistemas virtuales de aprendizaje son:

- Carencia de Modelo Didáctico, que sustente y estructure convenientemente la nueva forma de aprendizaje, sin limitarse a readaptar el sistema de docencia tradicional.
- Carencia de sistemas de software, que garanticen la reusabilidad, la adaptación y la funcionalidad que permita barajar la multiplicidad que puede aparecer en determinadas experiencias de aprendizaje.

Es por ello, por lo que hay que diversificar esfuerzos entre:

- Desarrollar adecuadas metodologías de adaptación y formalización al nuevo contexto virtual.
- Elaborar materiales didácticos en los nuevos formatos y desarrollar herramientas adecuadas para garantizar la eficiencia de los nuevos Sistemas de Formación.

2.1.1. Rasgos diferenciadores de la enseñanza virtual

Lo que caracteriza a la enseñanza a distancia apoyada por herramientas informáticas es la ausencia de la presencia regular y estructurada del profesor. En la enseñanza universitaria lo frecuente es que un profesor o profesores acudan regularmente a aulas y laboratorios e impartan su docencia en ellos. Esta docencia se ve reforzada por las clases de tutoría, usualmente con presencia física del profesor también.

Por el contrario la enseñanza a distancia se caracteriza por la ausencia física del profesor, el cual se comunica con el alumno en la actualidad, por medio de herramientas síncronas y asíncronas. Pero no es nuestro deseo abordarla como una modalidad enfrentada a la enseñanza, llamémosle, tradicional. Esta cada vez empieza a incorporar cada vez más elementos de aquella y viceversa.

Volviendo a los rasgos diferenciadores, y abundando en el aspecto más importante (ausencia de presencia física del profesor y también ausencia temporal) podemos destacar los siguientes aspectos:

- Apoyo en la tecnología.
- Enseñanza basada en la autonomía del alumno.
- Comunicación masiva.
- Existencia de un equipo docente con responsabilidad compartida pero diferenciada.

Si se analiza la anterior lista de rasgos más secundarios, encontramos que el primero es el más importante. Y ello debido a que la enseñanza a distancia, que data de la década de 1850 en Berlin [24], ha incorporado siempre elementos de las TIC, con su desarrollo en ese momento (correo postal, teléfono, etc.). Desde luego que en la actualidad cobra su sentido gracias a la tecnología. Gracias a ella es posible romper el tradicional aislamiento que este tipo de enseñanza ha arrastrado siempre y también es posible acercar en tiempo y espacio los alumnos entre sí y favorecer el contacto con el equipo docente. Se cuenta con una gran lista de herramientas que van desde las plataformas *eLearning* hasta las redes sociales, sin olvidar las herramientas de apoyo a las anteriores.

En cuanto a la característica de autonomía del alumno, la enseñanza a distancia no hace más que promoverla y favorecerla hasta el punto de poder decir que el alumno que consigue mejor sus objetivos, en ella, es aquel con perfil de autorregulado y con una organización basada en una excelente gestión del tiempo. La no presencia continuada del profesor en el aula ayuda

a la autonomía del alumno permitiendo el desarrollo de ciertas habilidades transversales de mucho interés en su futuro profesional y humano.

Por otra parte esta enseñanza tiene en sí un carácter masivo, pensada para un gran número de alumnos, donde los esfuerzos iniciales de diseño del curso y de material se ven recompensados en el corto plazo.

Por último, es de destacar que en la enseñanza tradicional en la universidad los alumnos suelen tener profesor de prácticas y profesor de teoría, que en ocasiones coinciden. En la enseñanza a distancia, por el contrario, se da un amplio abanico de profesores con distintas responsabilidades. Entre otros se da la figura del profesor titular de la asignatura (examina y da directrices y programas), el profesor curador (encargado de agilizar los foros didácticos), el profesor tutor que responde preguntas técnicas y corrige pruebas concretas durante el curso, y por último el profesor encargado de elaborar el material didáctico que se suministra con el curso.

También recoge la literatura [25] otros rasgos que a nuestro entender pueden verse incluidos en la enseñanza a distancia pero también puede darse en otras modalidades. Entre ellas se citan la democratización de la enseñanza, el favorecimiento de la innovación educativa, la reducción de costes y su aportación a la formación permanente. Todos estos rasgos pueden valorarse como muy positivos, y cada día la mayoría de los campus los van introduciendo, con más o menos éxito, pero tratando de converger a su completa incorporación.

2.1.2. *eLearning vs. bLearning*

En la actualidad los SVF se usan en la enseñanza a distancia constituyendo sistemas puros de *eLearning* o en el contexto de la enseñanza tradicional con el apoyo de un campus virtual (*bLearning*). De manera general el *eLearning* que se ha utilizado en la Universidad, en un primer momento, ha sido para impartir cursos de postgrado y masters. Estos suelen ir dirigidos a personas que tienen alguna titulación y desean completar su formación o a trabajadores que no disponen de un horario flexible. Pero para conseguir una universidad virtual se debieran ir añadiendo gradualmente funcionalidades y herramientas (plataformas, aplicaciones, iniciativas) de manera que el porcentaje de alumnos que cursan sus estudios de manera *online* sea superior a los que no, sin verse disminuida la calidad de la docencia recibida.

Pero volvemos a insistir en que *eLearning* no son unos apuntes colocados en una página de la asignatura, a esto lo define la bibliografía como *e-Reading*. Para que podamos llamarlo *eLearning* de manera general debieran existir, materiales didácticos, un equipo de tutores para realizar el seguimiento de los alumnos y una herramienta (software) que permita gestionar alumnos y cursos y que posibilite la comunicación entre usuarios.

Una buena situación para elegir *bLearning* es aquella en que la materia de estudio requiere de prácticas y experimentos que no pueden completarse convenientemente con el laboratorio virtual o simulaciones solamente.

Una solución es realizar la carga lectiva de forma *online* de tal manera que se cumplan los principios de libertad de horarios, siempre dentro de unos plazos indicados en el programa de la materia y realizar cada cierto tiempo las sesiones prácticas en laboratorios.

Otras buenas soluciones serían utilizar estas sesiones presenciales a modo de discusión en la que participen tanto alumnos como profesores sobre las cuestiones tratadas en la materia o utilizar dichas clases para realizar trabajos en grupos entre alumnos. De ninguna de las maneras es una buena solución utilizar estas sesiones a modo de exposiciones didácticas, ya que el alumno pierde la iniciativa y el profesor se limitará a realizar un discurso sobre la materia, al igual que sucede en la docencia tradicional. Lógicamente la organización semipresencial de una asignatura viene determinada por el tipo de materia a tratar y el número de clases presenciales que se vayan a presentar durante el curso.

También se puede considerar *eLearning* semipresencial a los casos en los que la materia didáctica se imparte en las clases presenciales y las actividades complementarias son *online*. Estas actividades *online* debieran incluir, entre otros recursos, foros de la asignatura, tutorías con el profesorado, tablón de anuncios, etc. También es usual plantear actividades prácticas para los alumnos *online* indicando todo el material necesario para realizarlas y dónde encontrarlo. En este caso lo común es crear un portal de la materia donde estén incluidos todos los elementos anteriormente comentados, además del plan metodológico de la asignatura. Podemos denominar estos casos como *eLearning* de apoyo a la docencia y puede servir como paso previo a la implantación de un sistema de *eLearning* más complejo. Además hay que aprovecharlo como caso de estudio de utilización y aceptación de esta nueva metodología aplicada a ciertas materias.

Es el caso complejo, aquel en el que todo el proceso de aprendizaje se realiza completamente a distancia. En estos casos lo más recomendable es la creación de un portal para la Universidad virtual, o campus virtual; en él se puede acceder a todos los servicios que tenemos disponibles en el modelo tradicional.

Un campus virtual no es sólo el escenario multimedia en el que se desarrolla cualquier programa de *eLearning*. El alumno ha de encontrar los servicios que ofrecen tradicionalmente: tutorías, documentación, bibliografía, charlas, foros, casos prácticos, foros de cafetería, administración, secretaría, etc. Obviamente el cambio más brusco, para el alumno, es la modificación de la metodología docente empleada hasta el momento. Una buena solución es ir

incorporando gradualmente titulaciones al campus virtual, lo que supone un periodo de varios años.

Todo esto hace pensar la cantidad de recursos que se han de emplear para este fin, así como el periodo de implantación que supone. Previamente se han de hacer estudios de la aceptación que tendría este tipo de metodología en la Universidad, ya sean estudiantes, profesores, administraciones, etc., ya que son ellos los que van a utilizar este entorno y hay que tener en cuenta sus necesidades e inquietudes.

2.2. Teorías de enseñanza aprendizaje que impregnan los Sistemas Colaborativos

Como nuestra aportación, con este trabajo, va a ser analizar la colaboración en un SVF, comenzaremos analizando las teorías de aprendizaje que sustentan los sistemas de aprendizaje colaborativo: la teoría socio-constructivista, la socio-cultural y la del conocimiento compartido. Posteriormente presentaremos la forma, en que los resultados más significativos para la colaboración de ambas teorías, podrían incorporarse al diseño de modelos de cursos virtuales.

2.2.1. Aproximación Socio-Constructivista

Esta aproximación se basa en la idea de que las personas aprenden más si se encuentran inmersas en un contexto social, ya que consolidan mejor lo aprendido. Para analizar esta teoría educativa que ha impregnado diversos campos de estudio, y centrándonos en la tecnología educativa, pasaremos a revisar un poco la historia de esta influencia.

La enseñanza asistida por ordenador comenzó basándose en las teorías de Skinner, partiendo de teorías neoconductistas [91]. La pantalla del ordenador generaba textos escritos, pero también daba la posibilidad de introducir gráficos, representar funciones, realizar simulaciones gráficas, es decir permitía dar un salto de los aburridos textos de la enseñanza programada a ciertas posibilidades de animación. Por ello las expectativas que se despertaron fueron muchas. Pero al surgir algunas críticas, aparecen los ICAI (*Intelligent Computer-Aided Instruction*) y pueden considerarse como los primeros sistemas que integran técnicas de la Inteligencia Artificial en los sistemas de enseñanza-aprendizaje. Con la intención de solucionar o mejorar los inconvenientes que surgían en estos entornos, aparecieron al comienzo de los años ochenta los micromundos, que se centraban en las teorías de Piaget [54], y su fuerte división entre enseñanza (que asocia a algo rígido) y aprendizaje (algo

flexible y natural). Un micromundo (de enseñanza aprendizaje) es un entorno formal extraído de la realidad, donde los mecanismos cognitivos pueden operar de forma efectiva. Tanta difusión llegaron a alcanzar estos conceptos y las teorías psicopedagógicas que los sustentaron, que en el MIT, el matemático Papert llegó a diseñar el lenguaje de programación LOGO, ya expuesto en la sección 1.1.3, orientado a proporcionar una notación formal que a la vez permitía realizaciones concretas dirigidas a percibir el mundo real. Podemos decir que se trataba de apoyarse en las concepciones pedagógicas constructivistas versus las conductistas de los primitivos CAIs. Y de esta forma es como por primera vez, las teorías constructivistas penetran en el software educativo. Aunque las teorías de Piaget se centran en aspectos individuales del desarrollo del conocimiento, sus teorías inspiraron a un grupo de psicólogos (la llamada Escuela de Ginebra) que en los años setenta llevaron a cabo sistemáticas investigaciones empíricas sobre cómo las interacciones sociales afectan al desarrollo del conocimiento. Estas investigaciones partían de las perspectivas de Piaget y de su marco estructural sobre el desarrollo del conocimiento: conflicto y coordinación de puntos de vista (centralización). De este primitivo núcleo de trabajo surge la aproximación socio-constructivista que enfatiza el papel de las inter-acciones, más que a las acciones mismas [86]. La principal idea de esta aproximación es que *el desarrollo individual depende de las interacciones sociales*. El conocimiento individual se ve como el resultado de una espiral de causalidades: un nivel de desarrollo individual dado permite participación en ciertas interacciones sociales, que producen nuevos estados individuales, que a su vez, permiten interacciones sociales más sofisticadas, y así sucesivamente [33].

La aproximación socio-constructivista establece dos estados *individuales* supuestos (pre y post-test), separados por una sesión en que los temas se trabajan aisladamente o en conjunto. La diferencia en rendimiento, entre aprendizaje individual o colaborativo se identifica con respecto a la diferencia de conocimiento observada entre el pre y el post-test. Las investigaciones empíricas llevadas a cabo y que en la mayoría de los casos, se han realizado con alumnos, de edades comprendidas entre 5 y 7 años, y con tareas que pueden considerarse bajo la perspectiva de Piaget, han arrojado conclusiones que establecen que el trabajo conjunto facilitó los rendimientos individuales en contextos en que se daban comportamientos clasificados como *conflictos socio-cognitivos*, por ejemplo, conflictos provocados por diferentes aportaciones (centralizaciones) de dos o más alumnos. La dimensión social de la situación, se concibe como una mejora hacia la resolución del conflicto. La solución se alcanza al trascender las diferentes centralizaciones hasta llegar a una solución más *descentralizada*, en el sentido de más consensuada.

En lo que respecta a la aplicación de esta teoría a un curso virtual que

es nuestro interés, puede partirse de una situación en la que el instructor del curso plantea una materia común de aprendizaje y comienza proponiendo ciertos ejercicios preliminares que pueden servir de pre test. Posteriormente debe proponer en uno de los foros el estudio de ciertos conceptos relacionados con la materia objeto de estudio y que claramente planteen un conflicto socio-cognitivo. Después de esto y con el uso de los medios asíncronos (correo e interacciones en los foros) y síncronos (pizarra y chat), deben producirse las centralizaciones. Con la intervención del profesor o tutor debe pasarse a la consecución de una solución consensuada que será depurada y resuelta finalmente, publicándose en uno de los foros, que podemos llamar *foro de descentralización*. El proceso concluirá con la realización de una prueba que puede servir de post test. Podemos concluir diciendo, que los principios que sustentan esta aproximación pueden resumirse en la importancia de la contribución del grupo en la construcción del conocimiento individual.

2.2.2. Aproximación Socio-Cultural

Si la anterior aproximación se basaba en el desarrollo de las teorías de Piaget, esta se basa en las de Vygotsky [98]. Mientras la aproximación socio-constructivista se centra en el desarrollo individual dentro de un contexto de interacciones sociales, la socio-cultural se basa en las relaciones causales entre la interacción social y el cambio producido en el conocimiento individual. La unidad básica de análisis es la actividad social, desde la que el desarrollo mental individual tiene lugar. Vygotsky se planteó estudiar cómo se construyen las estructuras mentales de las personas. Para ello enunció la *Ley General del Desarrollo Cultural*: cualquier función cultural del individuo se desarrolla en dos planos y no a la misma vez, primero aparece en el plano social (categoría interpsicológica) y después en el plano individual (categoría intrapsicológica). De esta manera tendríamos que el individuo define la sociedad y esta construye al individuo, o al menos su conocimiento [98]. Piaget incide, en lo que se refiere al desarrollo mental, en leyes generales, de carácter biológico, mientras Vygotsky pone el énfasis en aspectos históricos y de interacción social.

Si para una aproximación basada en Piaget, se toma una interacción social como un catalizador para un cambio individual, a menudo dependiente del propio desarrollo individual, para una perspectiva basada en Vygotsky, los procesos interpsicológicos son interiorizados por el individuo. Establece, también, que el desarrollo del conocimiento aparece en dos planos: el interpsicológico y después en el intrapsicológico, esta es su *Ley genética de desarrollo cultural*.

La interiorización se refiere a la unión de lo social y los planes individuales.

El discurso con los demás sirve para interactuar con ellos, la conversación propia se usa para que el individuo se hable a sí mismo, reflexione y piense. El discurso interno, o *autoconversación*, servirá pues, como autorregulación.

Desde luego la realidad psicológica es más compleja, lo que tiene lugar en el nivel interpsicológico no es una copia del intrapsicológico, sino que incorpora una transformación activa realizada por el individuo. Vygotsky para enfatizar su idea de que cada cambio cognitivo interno depende de un efecto causado por una interacción social, define el concepto de *Zona de Próximo Desarrollo* (ZPD) [34], para un conocimiento individual concreto, y que es la distancia entre el nivel actual de desarrollo (determinado por un problema independiente a resolver) y el nivel de desarrollo potencial, que se obtendría con la guía de un profesor o la colaboración prestada por otros alumnos más entrenados.

Esto esencialmente significa, que un alumno podría usar las técnicas que aprende durante el esfuerzo colaborativo con los compañeros, cuando se enfrenta a un problema similar individualmente. Así la ZPD podría desarrollar meta-concepciones que podrían convertirse en conceptos aprendidos después de una interacción social.

Es de destacar el modelo computacional desarrollado por Dillenbourg y Self basado en estas teorías [21]. El mecanismo a través del cual la resolución de un problema conjunto puede cambiar la comprensión del individuo sobre dicho problema es la llamada *apropiación*. Sería la versión social del concepto de asimilación de Piaget. Considerando dos estudiantes $E1$ y $E2$ que resuelven juntos un problema, si el primer paso lo da $E1$ y el segundo lo da $E2$, la acción de este último indica a $E1$ cómo su primitiva acción fue interpretada por $E2$. Es decir, se asume que las personas modifican retrospectivamente el significado de sus concepciones, de acuerdo con las acciones de otros que continúan las acciones propias. Desde un punto de vista computacional, el concepto de apropiación requiere dar un alto nivel de oportunidad a $E2$, que integra la contribución de $E1$, aún cuando no tuviera esa misma concepción. En todo este contexto, la diferencia en el grado de formación y preparación de los alumnos se interpreta a la luz de la ZPD.

El lograr introducir este concepto en las investigaciones empíricas que hayan de desarrollarse será del máximo interés. Es de destacar que este concepto no se ha incorporado a la mayoría de los experimentos que aparecen recogidos en la literatura, ni en psicología ni en inteligencia artificial distribuida.

Si se asume que esta aproximación es más válida, para reestructurar y organizar conocimientos adquiridos, que la anterior, que sería más adecuada para la adquisición propiamente dicha de estos conocimientos, esto se debe tener en cuenta cuando hay que diseñar un curso virtual. Por ello seríamos partidarios de que un curso que incorpore esta aproximación corra en para-

lelo con otro que incorpore la primera. En dicho curso el papel del profesor debe incidir fundamentalmente en organizar el trabajo colaborativo en varias etapas consistentes en exponer en los foros procedimientos basados en las meta-concepciones, favorecer un tiempo de interacción entre los alumnos usando cualesquiera de los métodos, y terminar cada fase con un trabajo individual, que puede ser expuesto en un foro de resultados finales para cada fase. El aspecto de contraste entre estas aproximaciones se verá en reflejado en 4.4 en las dos asignaturas presentadas en los experimentos.

Hay que subrayar que se ha producido una confrontación académica entre seguidores de Piaget y de Vygotsky y últimamente da la impresión que los seguidores del segundo están avanzando más. Se achaca a Piaget desinterés por los aspectos sociales de construcción del conocimiento.

2.2.3. Aproximación del Conocimiento Compartido

El concepto del conocimiento compartido está en clara relación con la teoría de la *Cognición Situada* [53]. Para esta aproximación el entorno en que se desarrolla el conocimiento es parte fundamental de la actividad cognitiva y no solo un conjunto de circunstancias que inciden en mayor o menor medida. El contexto en que se desarrolla el proceso de aprendizaje incluye un *Contexto Físico* y un *Contexto Social*. Por influencia de sociólogos y antropólogos, el segundo tiene una importancia mayor y no solo se circunscribe al grupo temporal de colaboradores, sino a la comunidad en que estos colaboradores participan.

Esta aproximación ha permitido una nueva perspectiva en lo que respecta a los experimentos realizados tratando de dilucidar convenientemente qué es cognitivo y qué es social, ya que ambos aspectos son vistos como íntimamente relacionados. Pero desde esta perspectiva, se han realizado importantes críticas a los experimentos realizados con las anteriores aproximaciones, pues se decía que las interacciones sociales se las trataba como aisladas de su estructura. Es decir, es sabido que una determinada comunidad comparte vocabulario e incluso gramática (por ejemplo la comunidad académica de una determinada materia, una peña flamenca, etc.), pero no solo comparte estos u otros aspectos, sino que se adquiere una estructura social con significados y relaciones propias que inciden poderosamente en las relaciones sociales.

A la luz de esta aproximación, el concepto de aprendizaje colaborativo cambia sustancialmente. Las primeras aproximaciones conciben la colaboración dentro del plano interindividual, la aproximación del conocimiento compartido pone el énfasis en el plano social. La colaboración se ve como la construcción y mantenimiento de una concepción compartida de un problema

[10], [28].

2.3. Recomendaciones

En esta sección abordaremos un conjunto estructurado de recomendaciones para el diseño de un curso virtual y para el diseño de los repositorios de objetos de aprendizaje.

2.3.1. Recomendaciones para el diseño de un curso virtual

En el desarrollo de nuestro curso, no restringiremos su uso a una enseñanza a distancia propiamente dicha, pudiendo este curso virtual adaptarse al *bLearning* también. No obstante, posteriormente, y una vez realizados convenientemente los experimentos que proponemos surjan de esta formalización, habrán de plantearse diseños más específicos. Plantearemos los objetivos que queremos conseguir en la realización de los experimentos. Sin hacer abstracción del primer objetivo, es decir, consideraremos que la colaboración es un valor añadido a la enseñanza *online*, ni de los prerrequisitos individuales (ambos aparecerán en las recomendaciones), atenderemos en el diseño de nuestro curso a los dos siguientes aspectos:

- *Análisis de las condiciones en que debe producirse la colaboración:* dentro de las condiciones, nos interesará su número, su pertenencia a un primer ciclo universitario o de formación, segundo ciclo o postgrado y consideraremos que parten de un nivel de experiencia en la materia similar, sin dejar de considerar las diferencias individuales.
- *Naturaleza de las tareas propuestas:* se plantearán tareas de adquisición de conceptos, de organización del conocimiento y de adquisición de técnicas o procedimientos.

Hay que considerar que, en esta propuesta de curso virtual, la elección de la plataforma que ha de usarse no es un tema crucial (WebCT, Luvit, Moodle, Sakai, etc.), por el contrario, aunque tienen estilos diferentes, las funciones básicas son similares (foros, correos, charlas, publicación de contenidos, generación automática de grupos de trabajo). Además, la necesidad de mantenerse activas en el mercado, hace que incorporen sucesivamente nuevas funciones parecidas. Nos parece de mayor importancia desarrollar metodologías que exploten adecuadamente la herramienta.

Sí consideramos como tema nuclear del curso los materiales didácticos que han de utilizarse. En relación a ellos hay que tener en cuenta que el formato digital en que deben producirse, ha de permitir el etiquetado de los mismos de acuerdo a los estándares educativos. La ejecución correcta de dicho etiquetado hará posible el aspecto anterior, de independencia de las plataformas usadas, y permitirá si su especificación ha sido correctamente cuantificada y estructurada, extraer las conclusiones pertinentes de acuerdo a unos determinados parámetros de calidad.

Por todo lo expuesto, trataremos de establecer un modelo de curso presentando unas recomendaciones que vayan encaminadas a plasmar las formalizaciones que con respecto a las interacciones hemos definido.

1. *Recomendaciones ante la eficacia de la colaboración*

- R_{11} : fijar las condiciones de monitorización.
- R_{12} : se aceptará la técnica didáctica de la Aproximación Socio-Constructivista (perspectiva de Piaget).

2. *Recomendaciones ante las condiciones de la colaboración*

- R_{21} : se establecerá un grupo de tamaño comprendido entre 15 y 25 estudiantes y con diferencias no significativas en la formación inicial.
- R_{22} : se definirán las diferencias individuales que puedan permitirse para la colaboración.
- R_{23} : se definirán las tareas de aprendizaje que vayan a desarrollarse en coordinación con los materiales didácticos aportados.

3. *Recomendaciones ante la naturaleza de las tareas*

- R_{31} : se establecerán tareas procedimentales.
- R_{32} : se establecerán tareas también de adquisición de conocimientos.

4. *Recomendaciones ante los prerrequisitos individuales*

- R_{41} : se establecerá claramente que el nivel inicial de los participantes permitirá la colaboración (no excesivas diferencias individuales).
- R_{42} : pero será una colaboración asimétrica, con estudiantes entrenados (estudiantes tutores).

- R_{43} : se controlará la habilidad del estudiante tutor en expresar los resultados de las tareas propuestas.
- R_{44} : se debe controlar para su correcta monitorización los efectos de las ayudas prestadas.

Una vez planteadas estas recomendaciones que han fijado las condiciones iniciales del curso y que integran los elementos que hemos definido, será cuestión de proceder a un seguimiento de distintos cursos en distintos cuatrimestres y analizar las interacciones que se han producido. Con los mecanismos de control de la evaluación correspondiente por parte del profesor y la autoevaluación del alumno, se podrán extraer las conclusiones oportunas. Habrán también de modificarse algunas de las R_{ij} presentadas, mantener otras constantes, y contrastar el resultado entre unas y otras propuestas. Deberán determinarse en cada caso las evaluaciones de suficiencia, y que serán los mecanismos de control de calidad encargados de fijar en cada curso los parámetros que vayan determinando la suficiencia técnica, gráfica y metodológica que asegure se cumplen los objetivos pedagógicos propuestos en cada uno de dichos cursos virtuales que hayan de impartirse bajo este diseño [51].

En la tabla 2.1 presentamos una propuesta de ciertos indicadores que pueden medir la evolución de distintos cursos desarrollados en un campus virtual, con una enseñanza semipresencial y que tiene en cuenta el número de alumnos que participan, el número de profesores implicados, el material con que se cuenta, y las interacciones obtenidas, en el sentido de comunicaciones relevantes entre alumnos o entre alumnos y profesor. Esta tabla, que aplicada en distintos cursos y cada semestre, puede dar una primera idea de la incidencia de unos parámetros y otros sobre las interacciones que se producen y también qué tasa de conexiones derivan en una interacción. Es de notar que en esta tabla no ha sido tenida en cuenta la presencia de los alumnos-tutores que tanta incidencia tienen en la aproximación Socio-Constructivista presentada.

2.3.2. Recomendaciones para objetos de aprendizaje y repositorios digitales

En el marco de los SVF, los Objetos de Aprendizaje (OA) pueden resultar herramientas adecuadas para resolver algunas de estas cuestiones. Han sido tratados y definidos en la sección 1.8. Los lugares donde se alojan estos OA, conocidos como “repositorios o almacenes”, deben estar convenientemente identificados para poder ser localizados y fácilmente utilizados. Los estándares educativos recuerdan que las tareas de aprendizaje, y su inclusión

| | | |
|---------------|----------------------------|-------------------|
| Grupos | Alumnos por clase | g_1 |
| | Material de los cursos | g_2 |
| | Aulas virtuales por curso | g_3 |
| Usuarios | Profesores | u_1 |
| | Alumnos | u_2 |
| | Matriculados | u_3 |
| | Alumnos / Matriculados | u_2/u_3 |
| | Alumnos / Profesores | u_2/u_1 |
| Interacciones | Profesores | i_1 |
| | Alumnos | i_2 |
| | Interacciones / Profesores | $(i_1 + i_2)/i_1$ |
| | Interacciones / Alumnos | $(i_1 + i_2)/i_2$ |
| Conexiones | Internas | c_1 |
| | Externas | c_2 |

Tabla 2.1: Parámetros a tener en cuenta cuando se analizan las interacciones producidas en un curso virtual

en el diseño de los cursos de los Sistemas Virtuales de Formación, ayudan a aprovechar al máximo las enseñanzas impartidas. Aquí se presenta una metodología, que mediante recomendaciones, a ser tenidas en cuenta, en la elaboración y diseño de los Repositorios de OA, permitan dar un paso más hacia el aprovechamiento de todo el enorme potencial que puede aportar la red.

Cada profesor o diseñador de un curso no siempre puede construirse sus propios materiales, por ello, es importante que las herramientas educativas se encuentren convenientemente identificadas para poder ser utilizados en los contextos convenientes.

En el contexto de la comunidad de habla hispana, aún queda mucho por hacer, pues en la tabla 2.2 y se muestra una comparación entre diferentes descriptores, su búsqueda en la red y las citas asociadas. Es posible establecer la comparación en dos momentos muy distantes en el tiempo, y en más de diez años, si bien en términos absolutos se mantiene una gran diferencia entre el ámbito del inglés y el de habla hispana, la proporción de crecimiento es mayor, y en los tres primeros términos, en el ámbito hispanoamericano.

Las diferencias numéricas que pueden observarse, son muy explícitas. Un breve análisis de los contenidos referenciados incrementa aún más las distancias. Por ello habría que apostar por la elaboración de Almacenes de OA de calidad, que constituyan verdaderos espacios de formación para el pro-

| Términos/n ^o enlaces | 2006 | 2017 |
|--|-----------|-----------|
| Learning Objects | 1.370.000 | 4.040.000 |
| Learning Objects Repositories | 22500 | 332000 |
| Objetos de Aprendizaje | 70900 | 848000 |
| Repositorios de Objetos de Aprendizaje | 404 | 135000 |

Tabla 2.2: Comparativa entre el número de enlaces de estos términos entre marzo 2006 y enero de 2017

fesorado de la comunidad iberoamericana. Nos parece también conveniente, la elaboración, por parte de las instituciones de un banco de recursos digitales, convenientemente estructurado por niveles, sean o no OA, pero con fáciles condiciones de búsqueda y reutilización. Ante todo esto, proponemos la enumeración de un conjunto de consideraciones a tener en cuenta, cuando un equipo multidisciplinar elabora un almacén o repositorio de objetos de aprendizaje. Dichas consideraciones, son fruto de una profunda revisión del estado del arte de los Almacenes (Repositorios) de OA y del software sobre el que se sustentan, además de la experiencia de trabajo con varias plataformas y herramientas de aprendizaje colaborativa que se integran en ellas, y del diseño y formalización de metodologías de diseño de cursos virtuales.

Recomendaciones a tener en cuenta por el equipo multidisciplinar de elaboración del Almacen de OA

Las recomendaciones que vamos a enumerar no son entre ellas independientes, al contrario, están interrelacionadas. No obstante, consideramos que su enumeración puede resultar de interés en la elaboración de las guías a manejar por los equipos encargados del diseño y mantenimiento de los Almacenes de OA

1. Recomendaciones ante el software usado para el diseño
 - R_{11} : contemplar si diseñar o adaptar la propia aplicación.
 - R_{12} : si se usa alguna de las existentes en el mercado.
 - R_{12_1} : compatibilidad entre plataformas.
 - R_{12_2} : compatibilidad en las etiquetas de los contenidos con los estándares.
2. Recomendaciones ante la dirección de la información

- R_{21} : tener en cuenta si se va a orientar la información de los OA a los contenidos.
 - R_{22} : tener en cuenta si se va a orientar la información a la difusión de los objetos digitales de una institución a la que esté ligado el repositorio o almacén.
3. Recomendaciones ante los grupos a los que van dirigidos y quienes van a impartirlos
- R_{31} : consideración y adaptación metodológica si lo imparte un profesorado universitario.
 - R_{32} : igualmente si los imparten profesores de primaria o secundaria.
 - R_{33} : lo mismo si van dirigidos a alumnos universitarios o no universitarios.
 - R_{34} : considerar si se dirigen al público en general (Ejemplo: MOOC).
4. Recomendaciones ante la metodología didáctica
- R_{41} : estrategias de aprendizaje que desarrollen la adquisición de contenidos.
 - R_{42} : si la metodología habrá de centrarse en estudio de casos.
 - R_{43} : si lo será en la resolución de problemas.
 - R_{44} si consistirá en activación y relación con conocimientos previos.
 - R_{45} : estructuración de conocimientos adquiridos anteriormente.
5. Recomendaciones ante los diseños de interfaces y pantallas (Metáfora Gráfica)
- R_{51} : si lo que se persigue es la motivación de los estudiantes (aspecto semántico del diseño).
 - R_{52} : se persigue favorecer la atención (aspecto de percepción).
6. Recomendaciones ante el aspecto de la reutilización
- R_{61} : si se trata de materiales intercambiables, a la manera de LEGO.
 - R_{62} : reutilización unida a una propuesta didáctica concreta y en un contexto específico.

7. Recomendaciones ante las posibilidades de búsqueda
 - R_{71} : posibilidad de búsquedas simples de OA como título, descripción, formato técnico, asignatura, nivel educativo, etc.
 - R_{72} : posibilidad de búsquedas por grandes áreas que luego van dando pasos a ciertas categorías.
8. Recomendaciones ante los formatos del lenguaje de acceso al conocimiento
 - R_{81} : usar lenguaje icónico.
 - R_{82} : usar lenguaje textual.
 - R_{83} : usar lenguaje sonoro.
 - R_{84} : usar lenguaje gráfico.
 - R_{85} : usar videos didácticos.
9. Recomendaciones ante la posibilidad de integrarlo en un curso con aprendizaje colaborativo
 - R_{91} : no se va a usar en un contexto colaborativo.
 - R_{92} : se producirá la colaboración.
10. Recomendaciones ante la adaptación
 - R_{101} : si los OA van a integrarse en un sistema que contempla la adaptación de contenidos.
 - R_{102} : si los OA van a integrarse en un sistema que contempla la adaptación de la presentación.

En lo que respecta a las recomendaciones R_{122} , queremos decir que los sistemas de codificación de los metadatos ligados a los OA de los Repositorios, deberán corresponderse con los estándares existentes, en particular, somos partidarios de seguir la especificación *LOM* en este caso, y que se verá en la sección 3.1.2.

En relación a R_{22} , hay que resaltar que por una cuestión histórica, los OA de las instituciones suelen trabajar con objetos que proceden del mundo de la biblioteconomía lo cual puede crear ciertos problemas a la hora de compatibilizar los metadatos que utiliza y los especificados por los estándares.

En cuanto a R_{102} habría que considerar, que los OA de los repositorios podrían entrar a formar parte de las herramientas colaborativas que ya existen para adaptar a las plataformas. En este sentido nos gustaría destacar a

LAMS (*Learning Activity Management System*) que se usa para el diseño de actividades de aprendizaje colaborativo, y que proporciona un entorno dedicado a la creación de secuencias de actividades de aprendizaje. Los estándares educativos son contundentes a la hora de recomendar la introducción de las tareas de aprendizaje como condición necesaria para aprovechar la enorme potencialidad que el uso de las TIC aportan a los Sistemas Virtuales de Formación. Desde un análisis crítico de la situación de partida, se presenta la tecnología de los Objetos de Aprendizaje y sus Almacenes ligándolos a la introducción de las Tareas de Aprendizaje que deben impregnar y guiar el desarrollo de un curso virtual asumiendo que la perspectiva del aprendizaje basado en tareas, mejora notablemente el aprovechamiento de dichos Sistemas de Formación. Mediante los metadatos, se tiene la posibilidad de definir las secuencias de actividades y la navegación en un sistema educativo de *eLearning*. Y es en relación con esta secuencia de actividades, como cobra importancia la herramienta LAMS, ya reseñada.

En relación a R_{102} , podemos considerar para la enseñanza *online*, que sea o no colaborativa, este último aspecto como un valor añadido a los sistemas de enseñanza virtual.

Para R_{111} , para que se produzca la adaptación, del repositorio los OA serán recuperados a través de sus metadatos, mediante la utilización de heurísticas de recuperación basadas en ontologías.

Las herramientas a usar serán las de marcado de los objetos educativos, técnicas de modelado de usuario para obtener distintos perfiles de acuerdo con el tipo de adaptación a conseguir, usando el modelo de grupo y los metadatos asociados a los OA. Se puede recomendar *RDF* como la notación adecuada para la anotación de los recursos, pues puede ser usada para la descripción de los recursos de acuerdo con *LOM* (*Learning Object Metadata*) y como lenguaje para definir ontologías.

2.4. Una heurística para medir la colaboración

Colaboración, en el sentido que la entendemos, es la construcción del conocimiento con la mutua implicación de los participantes en las actividades de enseñanza-aprendizaje. El aprendizaje colaborativo soportado por ordenador, CSCL se centra en las interacciones que se producen entre pares que trabajan juntos o grupos de trabajo que persiguen compartir conocimiento usando el ordenador en particular o la red en general. Durante la última década, al menos, un creciente interés en la aplicación de los métodos del

aprendizaje colaborativo viene observándose en el ámbito de la enseñanza a distancia en general y de los campus virtuales en particular. Sin embargo, y apreciando en su justa medida las contribuciones tanto teóricas como empíricas que aparecen en la bibliografía, entendemos que se necesita abordar el desarrollo de nuevas metodologías de análisis que respalden los experimentos que hayan de realizarse. Es necesario definir y establecer medidas cuantitativas y cualitativas de la colaboración.

Si analizamos las investigaciones que en esta área se han llevado a cabo en los últimos años, podemos encontrar una prehistoria en la que el objetivo era medir la eficacia de la colaboración, para ello se estudiaron ciertas variables que fueron consideradas como independientes (composición del grupo, tipo de tareas a realizar, media de comunicaciones, tamaño del grupo, etc.). Pero en un segundo periodo de estudio se comprobó que dichas variables no eran independientes y se analizó la colaboración en conexión directa con las interacciones que se producían en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Dentro de este periodo que se puede llamar *Paradigma Orientado a las Interacciones*, se enfatizó la necesidad de concebir al grupo como la unidad de análisis.

Más recientemente, sin dejar de considerar de suma importancia el diseño apropiado de los sistemas, las actividades a realizar y el material educativo a usar, se insiste en la necesidad de elaborar metodologías de análisis y la evaluación de estas, para poder realizar experimentos que sean capaces de medir la colaboración. Presentamos una metodología de análisis de la colaboración que se produce en un curso virtual utilizando un medio asíncrono: el foro, y su correspondiente aplicación a un curso virtual desarrollado en el contexto de una enseñanza a distancia. También se detalla la notación de esta metodología y se apuntan ciertos resultados del análisis que pueden servir de guía a los profesores y tutores para seguir la evolución de la colaboración en sus cursos.

2.4.1. Definición de la Metodología

Es fundamental que los profesores y tutores dispongan de metodologías y herramientas de análisis para evaluar la colaboración que se produce en curso virtual y la evolución en el tiempo que esta va experimentando. También lo es que se definan medidas cualitativas y cuantitativas de la colaboración. De esta manera se puede incidir en un sentido o en otro para facilitar la colaboración, extraer conclusiones o regularla.

Para presentar la metodología de análisis de la colaboración que hemos desarrollado, puede ser de interés revisar en qué entorno ha sido aplicado, aunque podría extenderse a cualquier plataforma *eLearning*, a entornos síncronos o asíncronos. El modelo de trabajo se resume en la figura 2.1, se

trata de un Sistema Virtual de Formación de una enseñanza universitaria reglada (aunque entendemos que el modelo sería aplicable a enseñanza no universitaria de la misma manera). El esquema de colaboración consiste en un conjunto de estudiantes, que bajo la supervisión de un equipo docente (profesores, tutores, curadores) colaboran a través de los foros (medios asíncronos) y que estos foros no son sólo de contenidos, sino que también lo son de organización general sobre el curso. Es decir, fechas de entrega de los trabajos prácticos, importancia de ciertos temas en la realización del examen final, tabloneros de anuncios, orientación bibliográfica y referencias, etc. Consideraremos que los alumnos colaboran también intercambiando información sobre la organización de las asignaturas. Entendemos, por tanto, que los alumnos comparten un *espacio de aprendizaje* y que su comunicación es mediante mensajes enviados a los foros que se han definido y convenientemente administrados en un curso virtual definido en una plataforma *eLearning*. Como podemos ver, existirán m foros y n agentes. Cada agente puede enviar o no un mensaje a un foro que puede dar lugar o no a una interacción.

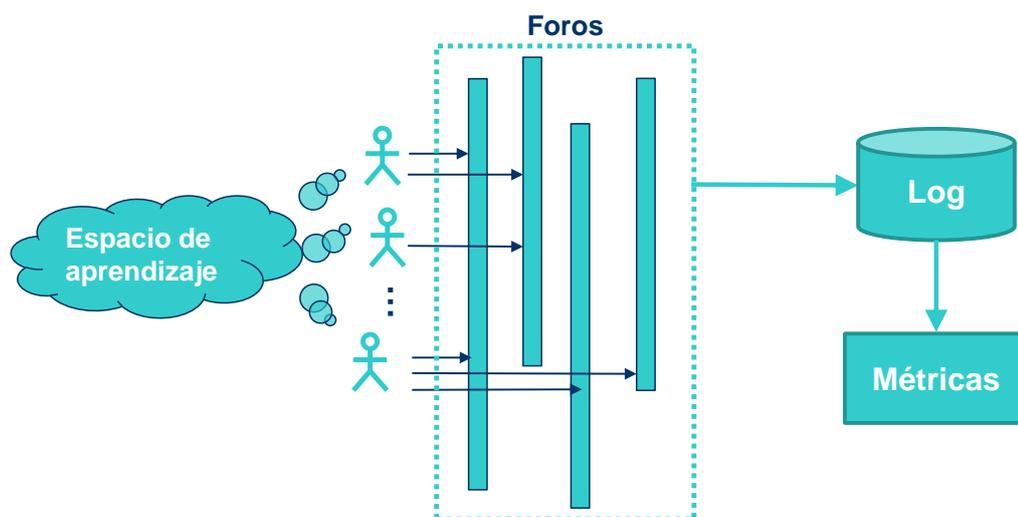


Figura 2.1: Marco conceptual de la colaboración

Así tendremos una matriz de mensaje m_{ij} , donde i representa al agente y j al foro en un instante t dado. Un parámetro fundamental en esta metodología es el tiempo, o mejor los incrementos de tiempo $t = t_i - t_{i-1}$, de esta manera es posible seguir una evaluación de la colaboración del sistema a lo largo de la duración de la formación.

Para poder presentar la metodología de análisis y su notación vamos a comenzar enunciando unas consideraciones que enmarcarán nuestro trabajo.

En primer lugar, consideremos $E_C(t_i)$, que podemos considerar como métrica o medida de la colaboración, y que depende del número de usuarios o agentes del sistema $N_a(t_i)$, de los mensajes enviados $N_m(t_i)$ y de las interacciones colaborativas que se producen $N_i(t_i)$. Pero ninguna de estos elementos son independientes entre sí, pues la única variable independiente es el número de agentes, de las que dependen las interacciones y los mensajes. Pero pueden darse situaciones límites, como el caso en que muy pocos agentes envíen muchos mensajes y que den lugar a pocas interacciones. O podría producirse que muchos agentes envíen muchos mensajes pero que no den lugar a interacciones.

Es una primera aproximación para definir esta medida, consideremos el número de mensajes y el de interacciones si bien somos conscientes que ambas cantidades no son independientes, pues las interacciones dependen también del número de agentes y del de mensajes, de una u otra manera. Desde luego si se mantiene constante el número de mensajes entre dos intervalos de tiempo hay más colaboración en el que se producen mayor número de interacciones.

2.4.2. Definición formal y notación

Para medir la evolución de la colaboración de un sistema, debemos tener en cuenta que hay que separar agentes y foros, pues como hemos venido diciendo anteriormente no todos los foros representan el mismo tipo de información en un curso ni tampoco los agentes y por consecuencia sus interacciones serán de la misma naturaleza. Por ello, con el modelo del producto escalar matemático de dos vectores definimos una primera función evaluadora de la colaboración. En una primera aproximación podemos definir la medida de la colaboración de la forma que aparece en la fórmula 2.1,

$$E_C(t_i) = \sum_{j=1}^m N_m(j, t_i) N_i(j, t_i) \forall t_i \quad (2.1)$$

Donde,

$$p = (t_f - t_0)/k \quad (2.2)$$

y

$$t_i = t_0 + ip \quad (2.3)$$

También,

$$\Delta t = t_i - t_{i-1} \quad (2.4)$$

supuesto que contamos con m foros distintos en un intervalo $[t_{i-1}, t_i)$, así la función de medida de la colaboración es la que sigue y se define $N_m(j, t_i)$, como el número de mensajes que se han mandado

al foro j durante el intervalo semiabierto $[t_i - 1, t_i)$.

$N_i(j, t_i)$ es el número de interacciones producidas en el foro j y en el intervalo $[t_i - 1, t_i)$.

Entendemos por interacción un mensaje que no es unitario, sino que responde a otro y así sucesivamente.

2.4.3. Caso de aplicación de esta heurística

El curso real de aplicación al que vamos a hacer referencia, ha correspondido a una asignatura cuatrimestral de una universidad a distancia, de primer ciclo de una determinada titulación universitaria. El tipo de enseñanza en el que desarrolla el curso podemos considerarlo como *bLearning* (aprendizaje híbrido), pues los alumnos si bien pertenecen a una universidad a distancia, y acceden a un curso virtual, tienen la opción de una tutoría presencial semanal de 45 minutos. Las características de la asignatura han sido las siguientes:

- Número alumnos: 616.
- Duración: de 15 de octubre de 2014 a 15 de Febrero de 2015.
- Consideraremos $t = t_i - t_{i-1}$ de aproximadamente un mes de curso lectivo.
- Duración: de 15 de Octubre de 2014 a 15 de Febrero de 2015, consideraremos $t = t_i - t_{i-1}$ de aproximadamente un mes de curso lectivo.
- Siendo, $t_0 = 15$ de Octubre de 2014, $t_1 = 16$ de Noviembre de 2014 y así sucesivamente.

El análisis de la colaboración se realiza a través de los foros por considerarlos una herramienta colaborativa de alto valor, ya que los concebimos como la mejor metáfora de una sala de estudios-biblioteca de una universidad presencial y que ha sido un lugar donde tradicionalmente los estudiantes han colaborado con mucha efectividad. Desde luego, que somos conscientes que las plataformas permiten otros medios como pueden ser la creación de grupos de trabajo que convenientemente orientados pueden ser de gran utilidad para el aprendizaje de los alumnos, pero en toda comunidad virtual siempre habrá un foro, por ello consideramos de gran interés abordar la colaboración con este medio.

Los datos del curso al que se aplica la metodología aparecen reflejados en la tabla 2.3. El equipo docente ha estado formado por 3 profesores y 57 tutores, los alumnos activos han supuesto el 51,15 % del total

| Profesores | Alumnos | Alumnos activos | Entradas | Foros |
|------------|---------|-----------------|----------|-------|
| 60 | 616 | 315 | 67076 | 4 |

Tabla 2.3: Parámetros del curso al que se aplica la heurística

En el curso virtual se ha seguido usando la plataforma *Blackboard*, aunque reiteramos que la metodología es independiente de la elección de la plataforma. Hemos seleccionado cuatro foros distintos, con lo cual $m = 4$ en la aplicación que hemos realizado.

- Uno de los foros ha sido el foro de *alumnos* en el que los alumnos interactúan solos y se autorregula.
- Otro foro de *contenidos* fuertemente regulado y administrado por los profesores del llamado *equipo didáctico* y por los tutores de apoyo, en ellos los profesores y tutores responden dudas y plantean ejercicios y soluciones relacionados con la materia (existía un libro de texto) y con los materiales didácticos de los cursos se plantean prácticas y modelos de exámenes. Las interacciones se producen entre profesores y alumnos, aunque en ocasiones los alumnos resuelven dudas y cuestiones entre ellos solamente.
- Otro es el foro de *tablón de anuncios* en el que participan profesores y alumnos y en el que nunca se tratan asuntos relacionados con los contenidos sino con la organización general de la asignatura, plazos de prácticas, exámenes, notas, aspectos que en una universidad a distancia es importante que queden bien organizados. Es un foro en el que se dan interacciones entre profesores y alumnos, pero en el que cabe colaboración de alumnos entre sí.
- Por último tenemos un foro de *tutores* en el que las interacciones se producen sólo entre profesores y tutores que también colaboran entre sí, proponiendo ejercicios, preparando material y sobre todo estableciendo discusiones y análisis críticos sobre las soluciones aportadas.

Presentamos en el gráfico de la figura 2.2 una primera aplicación de la metodología a un segmento pequeño y seleccionado del curso en el que puede verse como la función *EvColab* da una buena medida de la colaboración que se ha producido.

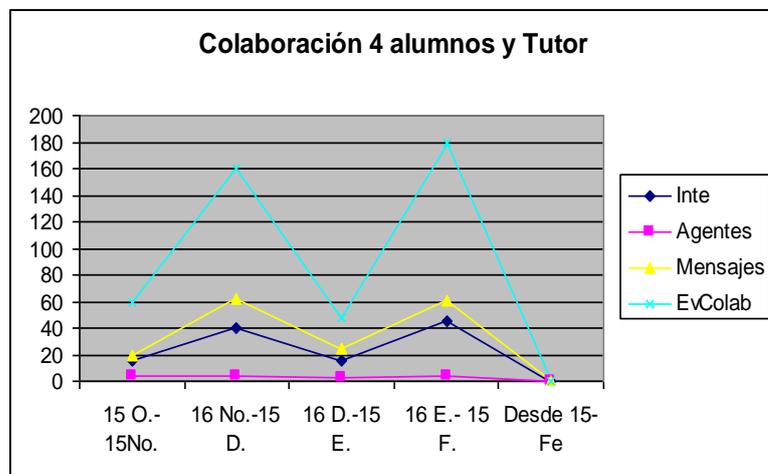


Figura 2.2: Resultado del experimento con un número reducido de agentes

Desde luego que la evaluación va a depender del número de agentes que tomemos. El ejemplo se ha aplicado a cuatro alumnos y a un tutor y podemos ver cómo funciona la técnica. Se han producido con estos agentes 116 interacciones de entre 167 mensajes, entre los cuatro foros mencionados.

Como conclusiones podemos extraer de esta aplicación:

- C_1 : los puntos de máxima y mínima colaboración coinciden con los máximos y mínimos de los agentes y las interacciones. Podría ser cero si ninguna actuación se produjera aunque hubiera muchos mensajes o agentes.
- C_2 : la curva de evaluación de la colaboración es mayor o igual que la del número de agentes y las interacciones. Si fuese igual ocurriría que en todos los foros o habría un único agente o una sola colaboración.
- C_3 : la curva de mensajes es siempre mayor a la de las interacciones. Si la colaboración es alta tenderán a estar muy igualadas, pudiéndose establecer por la comparación entre ellas una buena medida de la colaboración.

Observemos ahora la aplicación de la metodología a todo el curso virtual que aparece en la figura 2.3. Se trata de una evaluación de la colaboración a lo largo de toda su duración de todos los agentes del curso virtual antes descrito. Los cuatro foros anteriores aparecen igual en esta aplicación. En él se han producido 187 interacciones y han intervenido 346 agentes.

Como puede comprobarse en las dos figuras de la sección, la última es mucho menos regular y explícita la colaboración. Ambas están extraídas del mismo curso virtual, una centralizada en 5 agentes y la otra con la totalidad de alumnos que han entrado al curso virtual (un 51,15% aproximadamente de los matriculados). Así, es posible detectar que el tamaño de la muestra con la que se mide la colaboración es un parámetro fundamental, como ya se puso de manifiesto en los trabajos empíricos que sobre colaboraciones se habían desarrollado en la llamada *Segunda Generación del aprendizaje colaborativo*.

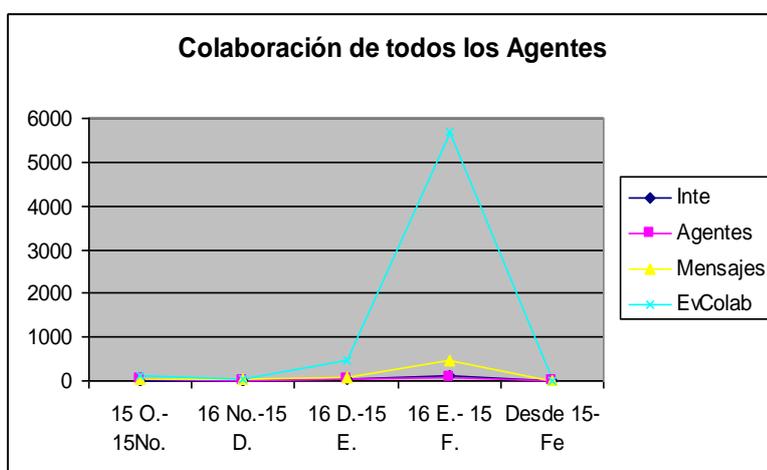


Figura 2.3: Resultado del experimento con el curso al completo

La explicación de la figura, en que se analiza el curso completo, es que la mayoría de mensajes, agentes e interacciones se ha producido en el foro de alumnos y muy concurrente con el último intervalo de tiempo, por coincidir esta fecha con la prueba de examen final. Podemos concluir que la colaboración en el curso global no ha funcionado, pues se ha reducido al foro de alumnos y en torno a la fecha de examen final.

Se destacan, entre otros, los siguientes resultados del experimento con esta metodología:

1. Re_1 : la evaluación de la colaboración del grupo permite elegir el intervalo de tiempo (crítico) en el que los profesores o tutores deben intervenir para dinamizar la colaboración. Esta evolución puede producirse durante el desarrollo del curso o bien al final de este para que la intervención se produzca en el siguiente cuatrimestre del curso.
2. Re_2 : se puede detectar el momento y la necesidad de introducir nuevas herramientas de trabajo y materiales didácticos.

3. Re_3 : permite establecer el estilo de trabajo de los profesores y estudiantes del grupo. Es decir, va a permitir ver si el equipo de los profesores y tutores es facilitador de la colaboración y ver si el de los estudiantes es rico en iniciativas propias y no altamente competitivo.
4. Re_4 : la metodología presentada es independiente del entorno de trabajo en el que se ha aplicado. Es decir no es necesario aplicarla en el entorno de un Campus Virtual, puede aplicarse a cualquier nivel de enseñanza que utilice a las TIC entre sus herramientas, y puede medir la colaboración síncrona con el mismo esquema y modelo presentado.
5. Re_5 : permite la regulación de las estrategias del equipo docente. Al ir observando la evolución del grupo, los profesores y tutores pueden decidir intervenir más o simplemente no hacerlo, para favorecer la colaboración del grupo. Pueden también decidir la planificación de un nuevo grupo de trabajo para hacer la colaboración más eficiente o simplemente propiciarla. La creación de grupos de trabajo automáticos es una de las facilidades que aportan la mayoría de las plataformas.
6. Re_6 : permite la detección de estudiantes especialmente hábiles para favorecer la colaboración. Este tipo de estudiantes, que no suelen coincidir siempre con los más preparados en lo concerniente a los contenidos del curso, pueden jugar un papel fundamental, al lado de los profesores, en lo que es la autorregulación de los foros y su aprovechamiento didáctico.
7. Re_7 : la evaluación de la colaboración puede permitir también que las herramientas de las plataformas Resumen de Foros y Preguntas más Frecuentes se vean enriquecidas.

Al elegir los foros como medio de evaluación de la colaboración, tenemos el valor añadido que las herramientas antes reseñadas (disponibles en la mayoría de plataformas), pueden jugar un papel fundamental de revisión y repaso de todo el curso y al salir directamente de los foros, como resumen y conclusión de toda la colaboración.

2.5. Diseño metodológico de un curso MOOC

Relacionado con estas metodologías que hemos venido presentando, terminamos este capítulo con un caso de aplicación al diseño de un curso MOOC, al constituir su aparición un fenómeno muy significativo, surgido en el contexto de la enseñanza *online*.

El reto que representan para la enseñanza a distancia la aparición de los cursos MOOC, en castellano cursos COMA fue expuesto en la sección 1.10.

El objetivo de la sección es presentar una metodología que sirva de guía a un profesor que trate de diseñar un curso de estas características. También se habla de las técnicas y herramientas que pueden analizar este tipo de trabajos para generalizar y exportar resultados a la enseñanza a distancia en un más amplio sentido. Este acontecimiento ha tenido gran relevancia en España frente a otros países de nuestro entorno.

Propondremos una metodología que consiste en describir un conjunto de recomendaciones en torno a unas precondiciones y postcondiciones y a cuatro consideraciones generales (parte de diseño, tecnología empleada, equipos docentes y evaluación). Tras esto, se pasa a los resultados obtenidos del análisis realizado (la autora ha realizado dos cursos MOOC), se comenta una encuesta realizada [47] y después se perfilan ciertas líneas para abordar convenientemente el futuro inmediato de este fenómeno. La sección finaliza con las conclusiones obtenidas que consisten básicamente en aplicar técnicas de análisis en la línea de las aplicadas en capítulos posteriores.

Se presenta aquí una metodología para el diseño de un curso MOOC en el ámbito de la Universidad española, y siempre insistiendo en la necesidad de experimentar y evaluar los resultados obtenidos y aplicar herramientas y técnicas convenientes que permitan exportar estos procesos al ámbito más general de la enseñanza a distancia en cualquier contexto.

1. Precondiciones, serán aquellos aspectos que han de considerarse antes de la definición del curso
 - R_{11} : su condición de masivo, se desconoce el número de alumnos, considerar las técnicas y medios para atenderlos.
 - R_{12} : su aspecto de abierto, hay que cuidar las licencias utilizadas en cada material usado.
 - R_{13} : habrá de ser un curso *online*, con lo cual habrá que tener en cuenta todas las técnicas y mecanismos de la enseñanza a distancia, además tener muy presente que el curso será realizado por alumnos que lo seguirán de manera discontinua y de acuerdo a su disponibilidad temporal.

2. Recomendaciones en lo que será la parte propiamente de diseño
 - R_{21} : decidir convenientemente el título del curso.
 - R_{22} : redacción emails de los administradores/profesores del curso.
 - R_{23} : describir convenientemente y brevemente el curso.

- R_{24} : cuidar convenientemente la imagen o vídeo de bienvenida.
 - R_{25} : considerar el idioma del curso (para las opciones del menú y algunas palabras reservadas más).
 - R_{26} : considerar la fecha de inicio del curso, fecha en la que el curso se abrirá al público.
 - R_{27} : considerar la duración: si el curso tiene prevista una fecha de cierre. Conveniente se mida en semanas.
 - R_{28} Gestión y dirección del foro, teniendo en cuenta el aspecto de masivo. Esto como en toda la enseñanza a distancia, es fundamental. El foro didáctico convenientemente gestionado se configura como la joya de la enseñanza a distancia.
 - R_{29} : considerar la preparación del material didáctico, videos, audios, documentos.
3. Recomendaciones en cuanto a la tecnología
- R_{31} : elección de la plataforma elegida: Coursera, Edx, Udacity, FutureLearn, UniMooc, UnX, Miriadax, Google Course Builder, entre otras.
 - R_{32} : considerar los recursos tecnológicos, añadir al curso un Blog, Red social, Wiki, etc.
4. Recomendaciones en cuanto al equipo docente
- R_{41} : compuesto o no por profesores, tutores, curadores, planificadores.
 - R_{42} : elección o no de un alumno de apoyo en red.
5. Recomendaciones en cuanto a la Evaluación
- R_{51} : diseñar convenientemente la evaluación *inter pares*.
 - R_{52} : diseño de cuestionarios evaluables.
 - R_{53} : diseño de cuestionarios de autoevaluación.
 - R_{54} : diseño de preguntas de respuesta múltiple, numérica y de respuesta de texto.
6. Postcondiciones
- R_{61} : deberá analizarse convenientemente la encuesta de obligado cumplimiento que ha de diseñarse para el final del curso y deberá ser cumplimentada por alumnos y Equipo Docente.

- R_{62} : igualmente deberán analizarse los resultados de finalización del curso, nivel de abandono, etc.

De todas formas, es importante no quedarse únicamente en la superficie, en la mera anécdota de poder seguir un curso gratuito en una universidad prestigiosa, sino extraer algunas reflexiones:

- La primera reflexión, es que a la hora del análisis, por su condición de masivos, hay que dar protagonismo a la estadística y en particular a su inferencia. Ciertas técnicas provenientes del análisis de datos y algoritmos de *Data Mining*, serán fundamentales.
- Constituyen una aplicación el conectivismo: aunque ahora esté más de moda hablar de aspectos sociales, los MOOC pioneros en realidad se fundamentan más en el conectivismo y representan por tanto una de sus aplicaciones prácticas más significativas en educación.
- Aportan recursos abiertos: es indudable que la tecnología y la transformación digital han permitido que los buenos materiales de formación estén al alcance de todos y podamos ser verdaderos protagonistas de procesos esenciales en nuestra vida.
- Constituyen una transformación cultural: la gran importancia de los valores como apertura, honestidad, colaboración o participación que ya hemos comentado por aquí en otras ocasiones se hacen cruciales para aprovechar este tipo de cursos.
- Enriquecen el mundo de la empresa: si una organización ha sido capaz de asumir unos nuevos valores, los MOOC también pueden servir en gran manera para la formación de sus empleados.
- Aportan una interesante reflexión educativa: la gran parte de modelos educativos actuales muestran fallos garrafales que dejan ver la gran revolución que los MOOC y la tecnología en general pueden representar en la educación del futuro.
- Favorece la actitud de alumno ejemplar: sabes a lo que vienes. Como alumno de un MOOC, tú te organizas, tú pones los tiempos, tú te comprometes con el resto. Además, la comunidad creada alrededor de cada curso potencia también esa actitud.
- Favorece el modelo *Lifelong Learning*: el modelo MOOC favorece la formación continua. Esa ansia infinita por aprender, descubrir y sorprenderse. Nunca sabrás todo, pero no dejes de intentarlo.

- Enfrenta talento vs. acumulación de Curriculum oficial: la imposibilidad de los MOOC de ofrecer “certificación reglada” (entendida como títulos tradicionales), nos plantea lo siguiente: Quien ha de contratar, ¿busca talento o se mantiene la acumulación de títulos? ¿Se valoran más las aptitudes o lo que un título oficial dice que sabes?

2.6. Conclusiones

El *eLearning* busca un modelo pedagógico más o menos robusto que sea capaz de aportar toda la riqueza que, se intuye, puede aportar a la enseñanza en un sentido más amplio. Es conveniente el presentar metodologías y heurísticas que permitan la posibilidad de realizar experimentos y obtener conclusiones. En este capítulo se ha seguido esta consideración. Las aportaciones principales que se presentan son:

- En primer lugar se ha realizado en el capítulo un estudio de revisión de los métodos del Aprendizaje Colaborativo en general y de las teorías pedagógicas que lo sustentan.
- En segundo lugar se ha presentado una metodología para diseñar un curso virtual. Para ello se han seguido una formalización mediante la sistematización de un conjunto de recomendaciones y proponiendo el grupo como unidad de análisis, esto sería lo que diferencia otras metodologías.
- Se ha definido una metodología para el diseño de material didáctico de los cursos virtuales. Se persigue en esta metodología la interoperabilidad y reutilización de dichos materiales. Además se presenta una formalización de la metodología de diseño y desarrollo de los Almacenes (Repositorios) de OA, en forma de un conjunto de recomendaciones, persiguiendo la sistematización y análisis en el diseño de estos repositorios.
- Siguiendo los pasos anteriores, también y de la misma manera, se presenta una metodología de diseño para los cursos MOOC. Dado que este tipo de cursos han experimentado un auge considerable, en los últimos años, se considera de interés su analítica para el campo general de la enseñanza *online*.
- También se ha presentado una heurística para analizar y evaluar las interacciones que se producen en un curso virtual usando la herramienta

asíncrona del foro para tratar de sacar conclusiones del trabajo colaborativo que puede producirse o no en un campus virtual. Puesto que la heurística permite ilustrar las acciones de todos los participantes en el curso y siguiendo secuencias temporales, permite una reflexión sobre el desarrollo del curso y sus consecuencias en el aprendizaje. Viendo la evolución de la colaboración los profesores y tutores pueden trabajar en una línea de dinamización y animación de los foros para facilitar la colaboración.

Capítulo 3

Estándares y soporte tecnológico

Este capítulo pretende, a la luz de los estándares, presentar una metodología de elección de herramientas para, asociadas o alojadas en las plataformas *eLearning*, mejorar el trabajo en los SVF. Se comienza revisando los principales estándares, incidiendo en IMS LD. Se estudia en particular las herramientas de referencia *Sakai* y *Learning Activity Management System* (LAMS) y para esta se presenta una heurística, consistente en un conjunto de recomendaciones para potenciar sus efectos en la adaptación y colaboración. Dichas herramientas han constituido y constituyen en la actualidad un referente dentro de la Tecnología Educativa y han despertado un enorme interés en la literatura.

3.1. Introducción

Dado el incremento de recursos educativos de software en la red, se ha hecho necesario el que diversas instituciones y organismos aborden la tarea de establecer un conjunto estructurado de recomendaciones que persiguen la reutilización de los recursos, la homogeneidad de los sistemas y la adaptación de dichos recursos y herramientas a las necesidades de formación y condiciones iniciales de los alumnos de los cursos de los SVF [9].

Ninguna tecnología se implanta plenamente sin el desarrollo de estándares. Los estándares provocan el punto de inflexión de aceptación de una tecnología, generan una economía relacionada con ella y nos dan las capacidades que definen. En el caso del *eLearning* consideramos que estos no están en su estadio definitivo.

Pero de no existir estándares, sería prácticamente imposible adaptar los

contenidos desarrollados en una plataforma, pues a cada una de estas las apoyan distintas entidades y sin normativa, lo que conllevaría serias dificultades. La convergencia de tecnologías *eLearning* es muy importante tanto para los desarrolladores como para los consumidores. Para los primeros porque pueden intercambiar contenidos e información correctamente empaquetada, mientras que para los consumidores, porque van a utilizar un producto que será más fácilmente actualizable, redundando en una mayor calidad. No sólo es necesario que un curso desarrollado en una plataforma sea compatible con otro de otra diferente, sino que también es necesario que los resultados de las actividades contenidas en un curso sean procesables por otros sistemas. Estos estándares ‘de facto’ han ido madurando tanto técnicamente como en uso, de ahí que gran parte de sus contenidos van siendo recogidos por organizaciones especializadas en la estandarización, proceso este que realmente genera estándares reales. Tiene relación con esto lo hablado sobre los lenguajes *HTML* y *XML*, que han sido tratados en el apartado 1.9. Pero el *eLearning* está aún lejos de alcanzar una madurez similar a la de otras aplicaciones más generales desarrolladas en el ámbito de la red, por ello su análisis, metodología, desarrollo y resultados hemos de analizarlos cuidadosamente.

Estudiando la bibliografía no se aprecian grandes diferencias entre unas definiciones y otras de estándar, daremos como válida la 1.7.

3.1.1. Tecnología educativa

La tecnología educativa es una disciplina emergente, que constituye una asignatura reglada en algunos grados de ciertas universidades, y en la que confluyen teorías didácticas de enseñanza aprendizaje con el uso adecuado de las TIC.

Se encuentra en el punto de intersección de la Pedagogía, la Psicología del conocimiento y la Informática.

3.1.2. Entidades de estandarización educativas

Conscientes de la necesidad de estandarización, distintas organizaciones educativas y del sector del software han estado trabajando para la creación de especificaciones. En un comienzo, todas ellas competían y solapaban sus trabajos, afortunadamente esta competencia se ha dejado de lado y se trabaja de forma colaborativa [31]. Las instituciones que han tomado las iniciativas de mayor relevancia son el *Learning Technology Standard Comité* de *IEEE (IEEE LTSC)*, *ADL*, *AICC*, *IMS Global Learning Consortium* o *ARIADNE*. Pasamos en lo que sigue a describir sus trabajos y contribuciones.

IEEE LTSC

Sus siglas corresponden a *Institute for Electrical and Electronic Engineers Learning Technology Standards Committee (IEEE LTSC)*¹. Esta es una conocida entidad que desarrolla estándares internacionales para sistemas eléctricos, de comunicación y de computación. El objetivo de los diversos grupos de trabajo del *IEEE LTSC* es desarrollar estándares técnicos, recomendaciones y guías para componentes de software, herramientas y métodos de diseño. De este modo se facilitan el desarrollo, la difusión, el mantenimiento e interoperabilidad de implementaciones de sistemas y componentes para la educación.

La especificación más reconocida del LTSC es la especificación *LOM (Learning Object Metadata)*. Esta especificación detalla elementos para describir los recursos de aprendizaje. *IMS* y *ADL* utilizan los elementos y estructuras de *LOM* en sus respectivas especificaciones.

ADL

*ADL (Advanced Distributed Learning)*² nace como una asociación impulsada desde el gobierno de Estados Unidos en 1997, colaboró el Departamento de Defensa y la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca. Su objetivo principal es la investigación y el desarrollo de especificaciones que fomenten la adopción y el avance del *eLearning*. Simplemente busca mecanismos para asegurar la educación y materiales de aprendizaje de calidad que puedan adaptarse a las necesidades de las instituciones.

La contribución más importante de *ADL* es *SCORM (Shareable Content Object Reference Model)*. Esta especificación logra combinar elementos de *IEEE*, *IMS* y *AIC* en un único documento. Ha venido siendo el estándar más extendido de todos y el de mayor repercusión en la industria.

AICC

AICC (Aviation Industry CBT Committee) es una entidad creada en 1988, y está compuesta por un grupo internacional de profesionales de la tecnología educativa³. Constituyó una de las iniciativas más importantes, es una asociación de profesionales de formación basada en tecnología que desarrollaba guías para la industria de aviación.

En estos años (finales de los 80) el *eLearning* no existía como lo conocemos en la actualidad, por lo que sus especificaciones han quedado obsoletas,

¹<http://www.ltsc.ieee.org>

²<http://www.adlnet.org>

³<http://www.aicc.org/>

de todas formas, han servido a las posteriores como base. Aquél *eLearning* era considerado más bien *CBT* (*Computer Based Training*) y las especificaciones se establecían para el desarrollo, distribución y evaluación de *CBT* y tecnologías relacionadas.

AICC ha publicado varias guías, incluyendo algunas relacionadas con el software y el hardware. Las más relevantes son las dedicadas a la *CMI* (*Computer Managed Instruction*) cuyos objetivos eran ayudar a la industria de la aviación en el desarrollo de guías que promuevan la implementación de *CBT* efectivos, desarrollar guías para facilitar interoperabilidad y proporcionar un foro abierto para la discusión sobre *CBT* y otras tecnologías de la formación. Fue el primer estándar comercialmente viable.

Dado que llevaban muchos años trabajando, sus especificaciones fueron adoptadas por gran cantidad de consorcios. Se coordinaron con *IEEE LTSC*, *ADL* e *IMS*. Fue de destacar el informe *CMI001* que define recomendaciones para lograr la interoperabilidad entre diferentes plataformas, para ello se basa en las *AGR* (*AICC Guidelines and Recommendations*). Los términos más empleados son los de *CBT*, refiriéndose a los contenidos de los cursos y a *CMI* refiriéndose a la plataforma de manejo de cursos. Más adelante analizaremos una de las especificaciones desarrolladas por este estándar.

IMS Global Learning Consortium

IMS (*Instructional Management System*) *Global Learning Consortium*⁴, es un consorcio que integra vendedores, productores, y consumidores de *eLearning*. Entre sus miembros de mayor relevancia están o han estado *Microsoft*, *ADL*, *Sun Microsystems*, *Cisco Learning Institute*, *WebCT*, y centros educativos como Virginia Tech, Berkeley, o Michigan University. Su principal fin es desarrollar y promover especificaciones abiertas para facilitar la distribución de actividades de formación *online* como localizar y usar contenidos, seguir progresos, informes de rendimiento de la formación y el intercambio de los expedientes académicos. Da estas especificaciones mediante el uso de *XML*.

Las especificaciones *IMS* cubren una amplia variedad de características que persiguen principalmente la interoperabilidad entre plataformas. Va desde los *metadatos*, hasta la creación de cursos *online* para alumnos que tengan alguna discapacidad.

⁴<http://www.imsproject.org>, <http://www.imsglobal.org/specifications.html>

ARIADNE

La Fundación *ARIADNE PROMETEUS* (*PROmoting Multimedia access to Education and Training in European Society*)⁵ ha sido creada para dirigir el desarrollo del proyecto *ARIADNE*. Intenta integrar el *IEEE LSTC* en el contexto y cultura europeo. Busca promover el acceso al conocimiento, educación y formación a todos los ciudadanos europeos y para ello plantea: estrategias óptimas para soluciones de formación multiculturales y multilingües, nuevos acercamientos instructivos y nuevos entornos de formación, soluciones abordables, plataformas basadas en estándares abiertos, las mejores prácticas públicamente accesible y repositorios de conocimiento interoperables.

La finalidad de este proyecto es la creación de herramientas y metodologías para producir, manejar y reutilizar recursos pedagógicos para los computadores. Es una fundación sin ánimo de lucro de ámbito europeo, cuyos objetivos principales son los siguientes:

- Fomentar la cooperación entre entidades dedicadas a la educación a través de una biblioteca europea de conocimiento (*European Knowledge Pool*).
- Mantener los aspectos sociales en la educación para evitar que esta se convierta en una herramienta de marketing.
- Proteger la pluralidad lingüística y el uso de las lenguas nacionales y regionales en la educación.
- Definir mediante consenso internacional qué aspectos de aprendizaje, por computador, deben ser estandarizados y cuáles no.

Dublin Core Metadata Initiative

Es un foro⁶ creado para desarrollar un conjunto de estándares de *metadatos* con el objetivo de facilitar la búsqueda de recursos electrónicos. Ha tenido una amplia repercusión en el campo de los Sistemas de Información.

En cualquier circunstancia es posible usar los *metadatos*, de este estándar, ante cualquier sistema de formación. Los recursos que más los usan son las páginas web y las bibliotecas institucionales. Sus implementaciones usan *XML*.

Las ventajas que aporta son la interoperabilidad, una buena arquitectura de *metadatos* para la web y crecimiento del estándar.

⁵<http://www.ariadne-eu.org>

⁶<http://www.dublincore.org/>

3.1.3. Especificaciones destacadas de estándares educativos

A continuación presentamos un comentario de todas las especificaciones anteriores, exceptuando la especificación de *IMS* a la que dedicaremos un apartado propio.

AGR

Las *AGR* (*AICC Guidelines and Recommendations*) son 11 documentos entre los que destacan *AGR006-Computer Managed Instruction*, *AGR010-Web Based Computer Managed Instruction* y los informes *CMI-001*, *CMI-003* y *CMI-008*.

La guía *AGR-006* realiza recomendaciones orientadas a favorecer la interoperabilidad entre los CMI (Sistemas de aprendizaje por computador, recordemos que aún no existían los LMS). Por interoperabilidad se entiende la facilidad para intercambiar información entre sistemas. Está definida en términos diferentes al *eLearning* actual, ya que la última revisión data de mayo de 1998 y todavía no se había producido la expansión de estos sistemas tal como lo concebimos actualmente. La guía *AGR-010* indica directrices para favorecer la interoperabilidad de los Web Based *CMI*; es decir los sistemas de aprendizaje por computador basados en Web. Es muy similar a la guía *AGR-006* pero dirigida a sistemas Web. Su publicación es de septiembre de 1998.

La extensión de estas guías es de no más de 5 páginas y hacen referencia a los informes CMI anteriormente comentados. Estos informes están indicados como *white papers* y sí que tienen mayor extensión y han sido revisados con más frecuencia. El documento *CMI-001* original data de 1993. El propósito del documento es describir interfaces y procedimientos que permitan que el contenido procedente de diferentes autores sea compatible con una plataforma. Se describe cómo ejecutar el contenido, cuáles son los mecanismos más comunes para transferir información entre los sistemas, así como la secuenciación de la información en un curso. El documento *CMI-003* define los elementos necesarios para asegurar el cumplimiento de *AGR-006*. Su última revisión es de noviembre de 2002 (revisión 1.5) mientras que el documento original es de 1998. Igualmente *CMI-008* define los elementos necesarios para el cumplimiento de la norma *AGR-010*. En estos documentos los elementos necesarios están definidos a modo de test que se han de ir completando y estos informan de las posibles deficiencias. Al igual que el anterior la última revisión es la de Noviembre de 2002. Existe una herramienta ejecutable de software libre, desarrollada por *AICC*, que verifica la conformidad con los

documentos *AGR*, ya sean basados en Web o no.

LOM

Este estándar especifica la sintaxis y la semántica de los *LOM*⁷ (*Learning Object Metadata*) o *Metadatos* de Objetos de Aprendizaje, vistos en la sección 1.8 y que más adelante estudiaremos. Las especificaciones están definidas en forma de atributos o propiedades necesarias y recomendadas que ha de poseer un Objeto de Aprendizaje. Los Objetos de Aprendizaje (OA) los podríamos definir como una entidad (digital o no) que puede ser utilizada, re-utilizada o referenciada durante el proceso de aprendizaje. De manera menos formal, nos referimos a estos como recursos autocontenidos, empaquetados para utilizarlos durante el proceso de aprendizaje. Se trata en este caso de un estándar publicado. Una instancia de *metadatos* para un OA describe las características relevantes del objeto en cuestión. Para una buena organización, estas características están agrupadas en las siguientes categorías:

- *General*: agrupa la información general que describe un objeto educativo de manera global
- *Ciclo de Vida*: agrupa las características relacionadas con la historia y el estado actual del objeto educativo, y aquellas que le han afectado durante su evolución
- *Meta-Metadatos*: agrupa la información sobre la propia instancia de *metadatos*, (en lugar del objeto educativo descrito por la instancia de *metadatos*)
- *Técnica*: agrupa los requerimientos y características técnicas del objeto educativo
- *Uso Educativo*: agrupa las características educativas y pedagógicas del objeto
- *Derechos*: agrupa propiedades referidas a los derechos de propiedad intelectual y las condiciones para el uso del objeto educativo
- *Relación*: agrupa las características que definen la relación entre un objeto educativo y otros objetos educativos
- *Anotación*: permite incluir comentarios sobre el uso educativo del objeto e información sobre cuándo y por quién fueron creados dichos comentarios

⁷<http://www.ltsc.ieee.org>

- *Clasificación*: describe un objeto educativo en relación a un determinado sistema de clasificación

Los objetivos principales de esta especificación son permitir que los profesores puedan utilizar, adquirir, intercambiar y evaluar los OA, permitir que se pueda componer automáticamente el contenido teórico en función del conocimiento del usuario, permitir la compatibilidad entre varios objetos de manera que puedan componer un objeto más completo y por último proporcionar métodos de seguridad y autenticación para la distribución y uso de los objetos.

Existe un apartado dentro del estándar que describe una especificación en *XML* (un lenguaje de modelado de datos estructurado en forma de árbol del que hemos hablado) para permitir el intercambio de LOM entre diferentes sistemas que implementen dicha norma. El estándar *LOM* está enumerado como 1484.12. *XML* es el lenguaje más empleado para conseguir la estandarización en el *eLearning*.

Aprovechando la gran aceptación de esta especificación, otros estándares de mayor calado, como *IMS Content Package* y *SCORM* utilizan esta estructuración de *metadatos* en sus especificaciones.

SCORM

ADL recogió lo mejor de las demás iniciativas, las fusionó con su trabajo hasta ese momento y así nació SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*)⁸ que proporciona un marco de referencia de implementación detallada que permite la comunicación entre sistemas LMS y objetos que utilicen SCORM, logrando las deseadas interoperabilidad, reusabilidad y adaptabilidad. Se trata del estándar más aceptado en el campo del comercio y en el ámbito industrial.

Con el uso de este estándar se nos presentan las siguientes posibilidades:

- La disponibilidad de un Sistema de Gestión de Aprendizaje o LMS basado en Web para ejecutar (utilizar) diferentes contenidos que se han desarrollado por varios autores usando herramientas de diversos fabricantes.
- La disponibilidad de diversos LMS producidos por diferentes vendedores para ejecutar un mismo contenido.
- La disponibilidad de múltiples sistemas LMS basados en Web para acceder a un repositorio común de objetos.

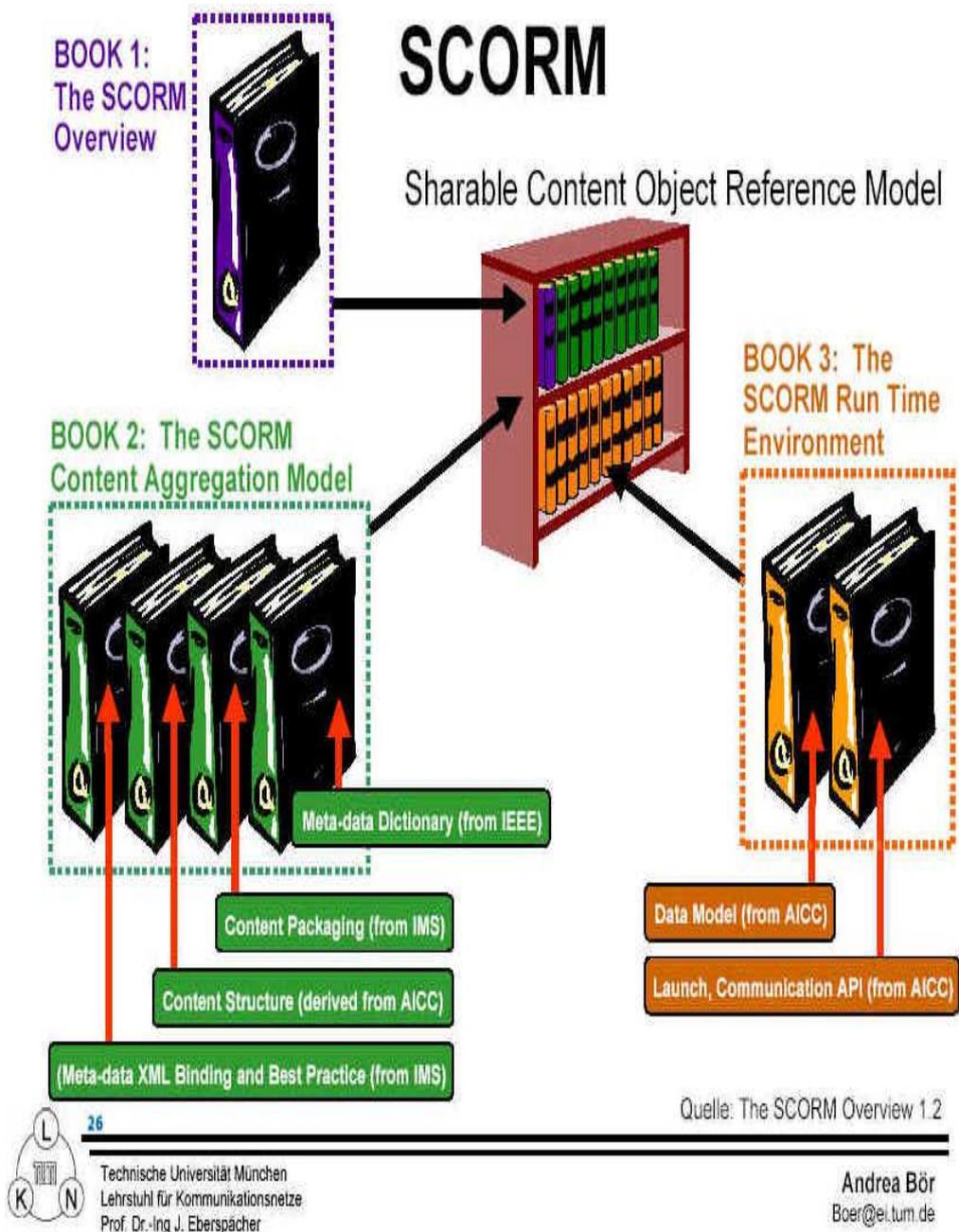


Figura 3.1: Diagrama conceptual de documentos SCORM, fuente: estándar SCORM

La especificación de *SCORM* está organizada en cuatro documentos separados. Como ya se ha comentado anteriormente, se han aprovechado especificaciones existentes de otras entidades. Estos documentos se agrupan bajo dos temáticas diferentes, *Content Aggregation Model y Runtime Environment*. Para la versión de *SCORM 2004* (la que supuso una versión muy madura), se realizó una revisión que incluyó un documento añadido llamado *adendum*, de abril de 2005, con algunas modificaciones y rectificaciones. Podemos percibir que *SCORM* no es, ni mucho menos, un estándar cerrado, está en constante revisión. En 2010, se desea mutar hacia una segunda generación de *SCORM*, llamada *Project Tin Can*, siendo su última revisión de 2013, si bien es verdad se sigue nombrando al estándar con su formulación inicial. En las figuras 3.1 y 3.2 podemos ver un diagrama de los documentos SCORM y de sus comunicaciones respectivamente.

El primer documento es '*SCORM 2004 Overview*' y simplemente da una visión general del modelo *SCORM*, un breve análisis y un resumen de las especificaciones de los demás documentos. Los detalles técnicos se abordan en los otros documentos, también incluye glosario de términos, referencias y revisión histórica.

El segundo documento se llama '*SCORM 2004 Content Aggregation Model*', describe los componentes utilizados en un entorno de aprendizaje, cómo empaquetarlos para transferirlos entre sistemas, cómo completar la información de *metadatos*, cómo habilitar búsquedas, etc. Se facilita el almacenamiento consistente de la información con empaquetado y etiquetado para poder transferirlos o buscarlos con más facilidad. Muchos de los atributos descritos en los *metadatos* son de gran relevancia en el *Runtime Environment*, ya que definirán su comportamiento. Cuando hablamos de paquete o componente (*objeto*) nos referimos a cualquier elemento que sea susceptible de ser denominado objeto de aprendizaje, es decir, cursos completos, unidades, lecciones, o un conjunto de otros componentes.

El tercer documento se denomina '*SCORM 2004 Runtime Environment*', en él se describen los requerimientos de los LMS. Es decir, las plataformas para poder utilizar los contenidos (ejecución de contenidos), la comunicación entre los contenidos y la plataforma, han de cumplir ciertos requisitos. *SCORM* facilita la interoperabilidad de contenidos entre múltiples plataformas sin importar la herramienta que se utilizó para generarlos. Para conseguirlo se define:

- Una forma estándar para ejecutar los contenidos
- Una forma estándar para comunicarse con la plataforma

⁸<http://www.ltsc.adlnet.org>

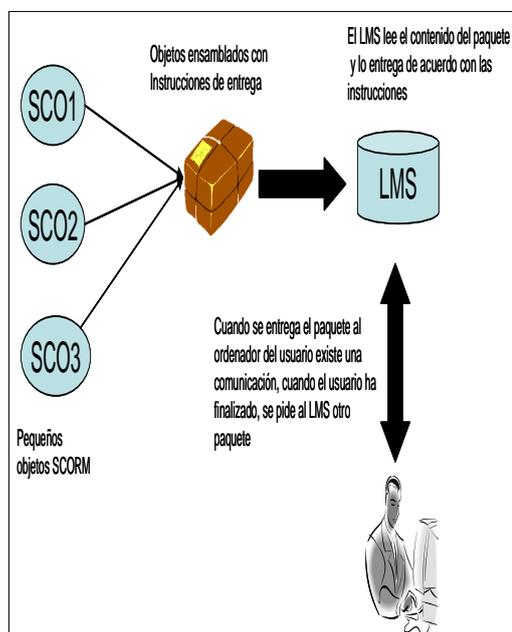


Figura 3.2: Diagrama de comunicación de paquetes SCORM, fuente: estándar SCORM

- Un conjunto de estructuras de datos para conseguir el diálogo entre la plataforma y el contenido durante una sesión

Estos tres aspectos están definidos como tres componentes denominados *Launch* (ejecución), *Application Program Interface* (API) y *Data Model*.

El último documento es '*The SCORM Sequencing and Navigation Book*' y describe cómo puede ser organizado el contenido haciendo uso de eventos al inicio. Estos pueden ser indicados por la propia plataforma o por el usuario, por ejemplo realizando preguntas al inicio.

Los saltos y las rutas por donde navegar a través del curso deben estar definidos en el diseño del curso, normalmente incluyendo actividades iniciales. También se describe cómo interpreta la plataforma, si es compatible con *SCORM*, esta secuenciación indicada por el desarrollador. Igualmente existe una gran relación entre los *metadatos* definidos en el primer documento y el comportamiento que tendrá en cuanto a la navegación del objeto.

3.1.4. Estándar IMS

*IMS (Instruction Management Systems)*⁹ es una organización que agrupa a vendedores, usuarios, productores e implementadores de *eLearning* y que persigue dar especificaciones en formato *XML*. Entre sus miembros están *Microsoft, Apple, ORACLE, Blackboard, Boeing*, etc. Dado que desde nuestro punto de vista, las especificaciones *IMS* tendrán una importancia grande en los años venideros para el *eLearning* y que constituyen el conjunto de especificaciones más completo [44], las analizaremos casi todas ellas, para posteriormente describir más detalladamente las de mayor relevancia:

- *IMS AccessForAll Meta-data Specification*: está definida para posibilitar la identificación de recursos que un usuario necesita. Estas necesidades han de ser definidas según el estándar *IMS Learner Information Package*.
- *IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective Specification*: proporciona un marco donde definir las competencias que aparecen durante el proceso de aprendizaje. El término competencia se emplea de manera general abarcando habilidades, conocimientos y tareas a realizar.
- *IMS Content Packaging Information Model*: describe las estructuras de datos que son empleadas para proporcionar interoperabilidad entre el contenido creado con las herramientas de creación, las plataformas y los entornos de ejecución. Estas estructuras proporcionan el contrato básico que permite a los desarrolladores crear materiales didácticos que puedan lograr la interoperabilidad. En esta especificación se incluyen las definiciones de las etiquetas *XML* para definir las estructuras y también una guía de recomendaciones (o guía de buenas prácticas).
- *IMS Digital Repositories Specification*: su propósito es realizar las indicaciones necesarias para la implantación de un repositorio. Un repositorio se puede definir como un conjunto de recursos didácticos accesibles a través de la red, es lo que en el apartados anteriores hemos llamado Almacenes de OA.
- *IMS Enterprise Specification*: describe estructuras necesarias para lograr la interoperabilidad con sistemas corporativos (sistemas empresariales de gestión global). Es decir, administración de usuarios, creación de grupos, administración de cursos, información estadística, etc., para

⁹<http://www.imsproject.org>

que después todos estos datos sean transferidos a estos sistemas corporativos.

- *IMS Enterprise Services Specification*: proporciona un marco donde realizar el intercambio de información referente a las personas y grupos.
- *IMS ePortfolio Specification*: describe cómo hacer interoperables los *ePortfolios* entre diferentes sistemas e instituciones. Son colecciones de información sobre una persona, que no se incluyen en un *Curriculum Vitae*, representan sus logros, metas u otros hitos que sean susceptibles de ser incluidos en un registro escolar o laboral según el caso. Por ejemplo, podría incluir un programa informático desarrollado por esta persona o un conjunto de láminas si estuviésemos hablando de pintura.
- *IMS General Web Services*: proporciona estructuras que solucionan gran parte de los problemas encontrados en el momento de implementar servicios web.
- *IMS Learner Information Package*: el objetivo de esta especificación es definir un conjunto de paquetes que pueden ser utilizados para importar datos y extraerlos desde un servidor que cumpla esta especificación. La idea es que el servidor distribuya los contenidos a los alumnos a través de la plataforma y que se comunique con otros servidores (para intercambiar contenidos, por ejemplo).
- *IMS Learning Design Specification*: proporciona un lenguaje que es capaz de soportar especificaciones de diferentes líneas pedagógicas. Este lenguaje fue definido originalmente en la *Open University of the Netherlands* (OUNL) y denominado como *EML (Educational Modelling Language)*, pero ha sido ampliado y mejorado para obtener un buen equilibrio entre expresividad pedagógica y generalidad. En su descripción incluyen un modelo de información, una especificación de las etiquetas *XML* y una guía de buenas prácticas de aplicación [95].
- *IMS Learning Resource Metadata Specification*: es una evolución del IEEE LTSC LOM. Genera una forma uniforme para describir los recursos didácticos (con *metadatos*) de manera que estos puedan ser encontrados, utilizando herramientas de búsqueda que los interpreten.
- *IMS Question and Test Interoperability Specification*: describe el modelo de datos para la representación de preguntas y test. La especificación hace posible el diálogo entre las herramientas de autoría de material didácticos y las plataformas. El modelo está definido de forma abstracta

utilizando el lenguaje UML para facilitar su implantación en diferentes herramientas de diseño software y lenguajes de programación. Para el intercambio de información entre las herramientas y la plataforma se recomienda el uso de *XML*.

- *IMS Resource List Interoperability Specification*: detalla cómo se intercambia información sobre las estructuras de *metadatos* almacenados (por ejemplo en un servidor) con el propósito de crear listas de recursos educativos. También se explica cómo están definidas dichas listas.
- *IMS Shareable State Persistence*: describe una extensión de un entorno de ejecución (por ejemplo SCORM) que habilita el almacenamiento y la posibilidad de compartir de información sobre el estado de los objetos empaquetados. Ahora no existe un método estandarizado para que un objeto pueda almacenar la información acerca de su estado y posteriormente esta sea recuperada. La información acerca del estado es útil para realizar contenido interactivo (por ejemplo para saber en que punto de navegación nos encontramos y después retomarlo) y actualmente se utilizan métodos no estandarizados (métodos propietarios).
- *IMS Simple Sequencing Specification*: describe un método para representar el comportamiento deseado de un material didáctico (un curso, módulo, lecciones). Incorpora cómo definir las bifurcaciones y el flujo de navegación a través del contenido.
- *IMS Vocabulary Definition Exchange Specification*: define una sintaxis que permite la definición de glosarios. También puede ser utilizado para expresar elementos de *IEEE LOM*, *IMS Metadata*, *IMS Learner Information Package*, *ADL SCORM*.

En la página web de *IMS* están disponibles las definiciones *XML* de todas las especificaciones, así como las definiciones en WSDL de los servicios web. WSDL (*Web Services Definition Language*) es un lenguaje para la especificación de servicios web definido por el consorcio *W3C*.

Todas estas especificaciones utilizan *XML* como lenguaje de comunicación, es decir, si una herramienta de autoría de recursos multimedia soporta el estándar *IMS*. Al empaquetar dicho recurso crea ficheros en formato *XML* que son empleados por la plataforma, obviamente con soporte al estándar *IMS*, para procesarlo. Esto se puede ver en la figura 3.3.

De todas las especificaciones que se han presentado, la de mayor relevancia es la que sigue.

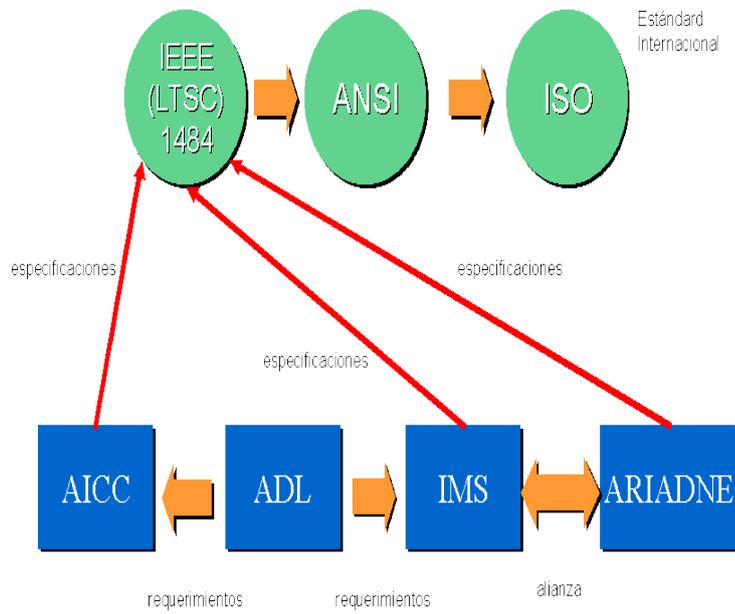


Figura 3.3: Comunicación entre Sistemas usando IMS, origen: Farance et al. LTSA Specification 4.00; 1998

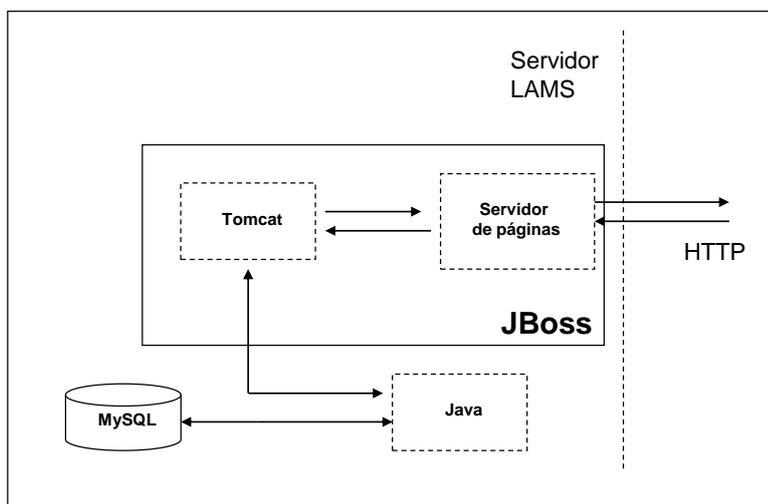


Figura 3.4: Comunicación entre Sistemas usando IMS, origen: Farance et al. LTSA Specification 4.00; 1998

IMS Learning Design y EML. Un predecesor de *Learning Design* es *Educational Model Learning (EML, 2000)* que es un lenguaje de especificación diseñado en el entorno de *Open University of the Netherlands (OUNL)*. OUNL es un proyecto del gobierno holandés que trabaja en el estudio de tecnologías educativas con el objetivo de innovar en educación mediante el uso de la tecnología. *EML* fue diseñado bajo la perspectiva de soportar reusabilidad e interoperabilidad. Sus principales contribuciones aparecen en el diseño de especificaciones, prototipos y elaboración de publicaciones. Es de notar que la especificación es académica, sin ninguna dependencia de sistema comercial alguno.

El objetivo fundamental de esta especificación es el desarrollo de un entorno que permite la diversidad pedagógica y la innovación a la vez que hace posible el intercambio e interoperabilidad de contenidos educativos. La *Open University* había realizado un estudio en profundidad de una amplia gama de necesidades pedagógicas, que posteriormente dio lugar a el *meta-lenguaje EML*.

Este consiste en un sistema notacional muy exhaustivo que proporciona un método de descripción para las interacciones producidas en un contexto educativo. Dicho sistema notacional está a un nivel de abstracción suficiente como para proporcionar la descripción no solo de los contenidos (textos, tests, ejercicios, gráficos) sino también roles, relaciones, interacciones y actividades, en las que se ven envueltos alumnos y profesores. Esta notación nos permite codificar *Unidades de Estudio* (cursos, partes de un curso, programas y programaciones de cursos). En este contexto permite asociar convenientemente elementos del contenido con la información asociada en su estrategia de diseño (programación). El lenguaje se basa en *XML*, lo que garantiza que las innovaciones introducidas en los contenidos sean duraderas debido a la uniformidad de notación y a la reusabilidad que se persigue en todo momento.

El equipo de *OUNL* fue el principal componente del grupo de trabajo que dio lugar a *IMS Learning Design (IMS LD)* en su primera versión [48]. El objetivo principal de esta especificación fue establecer un formato digital para codificar LD. Pero existen diferencias entre *EML* y el estándar *IMS LD*, la principal es que esta especificación fue diseñada para trabajar con otras especificaciones de *IMS*, tal como *Content Packaging Metadata*.

IMS Learning Design

IMS Learning Design consta de una documentación bastante extensa (alrededor de 300 páginas) y abstracta [38]. Desde nuestra perspectiva es la única especificación que profundiza realmente en el proceso de enseñanza-aprendizaje aunque no ha logrado todavía una implantación robusta en el

mundo del *eLearning*, seguramente porque faltan herramientas que ayuden a su aplicación. Su misión es la de describir un lenguaje de modelado. En realidad es una integración del *Educational Modelling Language* (EML), realizado por la *Open University* de Holanda (OU), y el resto de las especificaciones existentes en *IMS*.

Obviando la parte pedagógica, cualquier diseño de aprendizaje pasa por un método que desarrolla un conjunto de actividades para unos individuos que desempeñan unos roles dentro del proceso de enseñanza, por ello esta especificación gira entorno a tres términos: métodos, actividades y roles.

Poco a poco se han ido eliminando partes de *EML*, que en un inicio era demasiado extenso; en la última versión de esta especificación, se ha conseguido un lenguaje que permite englobar diferentes estrategias pedagógicas dentro del mismo diseño, abarcando así las necesidades de diferentes usuarios.

IMS LD se encuentra especificada en tres niveles de implementación, conocidos como A, B y C. Se presentan diferentes esquemas (*XML Schemas*) para cada uno de los niveles. El nivel A contiene el núcleo de la especificación, por lo que es aquí dónde se implanta todo el vocabulario nuevo que LD aporta. El nivel B extiende al anterior y añade propiedades y condiciones, lo que hace posible añadir secuencias e interacciones más complejas basadas en las características del alumno. Por último el nivel C igual que antes, extiende al anterior, añadiendo notificación. En otras palabras, una notificación, que es activada por cierto resultado, puede definir una nueva actividad disponible para el rol que está ejecutándolo. Esto supone un gran paso que facilita la implementación de la comunicación entre objetos educativos.

Para instanciar estos métodos en un entorno virtual, necesitamos una metáfora del proceso de enseñanza que es más semejante que a una página web con sus enlaces y recursos a un flujo de tareas (en muchas ocasiones colaborativas) secuenciadas en el tiempo: la tendencia más reciente dentro del contexto del *eLearning* ha sido centrarse en un conjunto limitado de actividades de aprendizaje que pueden ser fácilmente manejadas por un buscador en un entorno virtual de aprendizaje en el que pueden aparecer ordenes del tipo: 'haz una elección entre estas opciones', 'lee este contenido', etc. Parte del objetivo del LD es ayudar a formular estas actividades que se usarán como soporte de un complejo proceso de aprendizaje en un entorno virtual. Desde la perspectiva del LD cobra especial importancia las *Secuencias de Actividades de Aprendizaje*, capturándose así el núcleo del proceso de aprendizaje en lugar de centrarse en la exposición de contenidos. Enfatizamos el aspecto interactivo del uso de esta técnica educativa, ya que el contenido de una secuencia puede ser modificado automáticamente para adaptarse a diferentes estudiantes, pero dejando la estructura de la actividad sin cambios. Además, la plantilla didáctica puede ser modificada si un profesor desea añadir, quitar

o modificar actividades de dicha plantilla. Con el valor añadido de que Objetos de Aprendizaje o sus Repositorios pueden introducirse en una secuencia de tareas colaborativas.

La principal razón para implementar un estándar para LD es el permitir codificar digitalmente los diseños ya estudiados. Técnicamente una Unidad de Aprendizaje en *IMS LD* es lo mismo que una unidad en *IMS Content Package*.

El concepto fundamental de LD definido por el grupo de trabajo que definió *IMS LD*, arranca de las primitivas ideas *EML*, y gira en torno a la Unidad de Aprendizaje o Unidad de Estudio, que es una unidad que satisface uno o más objetivos de aprendizaje (un curso, una lección, una actividad desarrollada para un grupo de discusión, etc.). En relación a las Unidades de Aprendizaje, podría escribirse la igualdad:

$$\text{Unidad de Aprendizaje} = \text{IMS Content Package} + \text{IMS} - \text{LD}$$

La tabla 3.1 representa los elementos necesarios para describir una Unidad de Aprendizaje, en entorno de *IMS LD*.

Además de *IMS LD*, hay otros estándares y especificaciones importantes para el marco teórico de *LD* [5]. Entre ellas cabe destacar:

- ISO SC36 Grupo 2 de Aprendizaje Colaborativo
- La extensión propuesta a SCORM para permitir la inclusión de actividades de aprendizaje en grupo
- El original trabajo de *EML*
- Esfuerzos provenientes de entidades no educativas como *Business Process Execution Language* (BPEL) y *Wisconsin Fair Dealership Law* (WDFL)

IMS LD consiste en tres documentos de acuerdo con la especificación *IMS*. [5]:

- *XML Binding Document*, que es un documento técnico que especifica como los elementos del diseño se representan en *XML*
- *Information Model*
- *The Best Practice Guide*

Los dos últimos proporcionan información que dan valor añadido a la práctica de enseñanza-aprendizaje en el entorno *eLearning*. Se sugiere en la *Best Practice Guide*, que una vez establecido los objetivos de aprendizaje y las actividades o tareas asociados, esta información se traslade a un diagrama UML. Desde este diagrama se tendrá la base para crear el documento *XML* que implemente la especificación *IMS LD*.

| | |
|------------------------|--|
| Roles | Alumnos |
| | Equipo docente |
| Actividades | De aprendizaje |
| | Asistida |
| Objetivos | Uno o varios objetivos de aprendizaje |
| Estructura-Actividades | Permite agregar las actividades |
| Entorno | Objetos de aprendizaje (URL, etc.) |
| | Servicios (Foros, etc.) |
| Recursos | Contenidos Web |
| | Contenidos IMS-LD |
| | Personales |
| | Facilidades de servicio |
| | Dosieres |
| Metodología | Juegos serios con secuencia de actividades |
| | Cada actividad contiene varios roles |
| | Cada rol se asocia a una actividad |

Tabla 3.1: Morfología de Learning Design

Learning Design versus IMS Learning Design. *Learning Design* es uno de los retos más importantes en *eLearning*. Es tema de estudio y/o implementación en un número creciente de foros académicos. Pero el concepto no es nuevo. En un contexto tradicional muchos profesores lo usan como parte de su trabajo diario. La idea más importante que subyace, es que los alumnos aprenden más y mejor cuando aparecen envueltos en los propios procesos de aprendizaje. De esta forma, las actividades de aprendizaje se pueden secuenciar en un flujo, para hacerlas más eficientes. En esencia, LD es el nombre dado a una nueva rama de la tecnología *eLearning* y que puede ser definida como una secuencia de actividades colaborativas de aprendizaje que pueden incorporar contenidos individuales y también actividades colaborativas tales como discusiones, grupos de debates, votaciones, etc. LD puede ser también almacenado, reusado y retocado.

Aunque el aprendizaje es un proceso de construcción intelectual que las personas realizan de una manera natural, algunos estudiantes tienen serias dificultades para llevar adelante por sí solos procesos eficientes y eficaces de construcción del conocimiento. Ciertos profesores manejan métodos para motivar y animar a los alumnos con materiales bien diseñados. En muchos casos esto se consigue en forma de discusión, con simulaciones, ejercicios y resoluciones de problemas o tareas de *meta-aprendizaje* tales como el uso

de mapas mentales o conceptuales. Otro rasgo de una educación sugerente y motivadora es dar relevancia a la secuenciación ordenada en el tiempo de varias actividades de aprendizaje y a la presentación de los recursos necesarios para llevarlos a cabo. En los colegios e institutos a este flujo se le conoce como programación de temarios y en el entorno universitario es la base de clases prácticas y seminarios. Constituyen así la sucesión:

$$a_1, a_2, \dots, a_k$$

Parte del objetivo del LD es ayudar a formular estas actividades que se usaran como soporte de un complejo proceso de aprendizaje en un entorno virtual. Desde la perspectiva del LD cobra especial importancia las Secuencias de Actividades de Aprendizaje, capturándose así el núcleo del proceso de aprendizaje en lugar de centrarse en la exposición de contenidos [68]. Enfatizamos el aspecto interactivo del uso de esta técnica educativa, ya que el contenido de una secuencia puede ser modificado automáticamente para adaptarse a diferentes estudiantes, pero dejando la estructura de la actividad sin cambios. Además, la plantilla didáctica puede ser modificada si un profesor desea añadir, quitar o modificar actividades de dicha plantilla. Con el valor añadido de que Objetos de Aprendizaje o sus Repositorios pueden introducirse en una secuencia de tareas colaborativas.

LD se clasifica en tres niveles o marcos de estudio, que pueden apreciarse en la tabla 3.2.

| | |
|---------------|--|
| Teoría LD | Puede describir tareas individuales y de grupo |
| Estándares LD | Actividades descritas para ser compartidas y adaptadas |
| Software LD | Formalización para ser entendible por una máquina |
| | Las herramientas basadas en LD |

Tabla 3.2: Niveles de LD

También en la tabla 3.3 pueden verse las diferencias existentes entre LD e IMS-LD.

3.2. Soporte tecnológico

Son muchas las plataformas virtuales de *eLearning* (*Learning Management System, LMS*) que se usan en las Univesidades Españolas y sus Campus Virtuales asociados: *BlackBoard, Claroline, Moodle, NetCampus, Phoenix Pathlore, Profe, Saba, SympoSium, Toolbook, Ucompass, VCampus, Virtual Training, Virtual-U, Web Course in a Box, WebBoard, WebCT, White-*

| LD | IMS-LD |
|---|---|
| Define objetivos aprendizaje | Especifica objetivos aprendizaje |
| Partiendo una especificación crea un flujo de actividades aprendizaje | Define un método mediante el uso de juegos, acciones y partes de un rol |
| Aporta descripciones a escenarios educativos | No definido en cuanto a escenarios |
| Asigna recursos, herramientas y personas a las actividades | Especifica roles, recursos entornos y servicios |
| Actúa en tiempo real | Utiliza aviso a los implicados |
| Permite adaptación al estudiante automáticamente | No define la adaptación |
| Reflexión | No define la reflexión |

Tabla 3.3: Comparativa entre LD e IMS-LD

board, entre otras. En un principio las Universidades e instituciones comenzaron a crear sus campus virtuales recurriendo a plataformas comerciales por considerarlas más robustas. El caso de *WebCT* es paradigmático. En la actualidad prestigiosas Universidades de todo el mundo intentan usar y desarrollar plataformas de código abierto con el deseo de integrar el trabajo colaborativo de sus miembros y permitir a la vez el trabajo con comunidades. Todo esto manteniendo la posibilidad de desarrollar los cursos tradicionales de las primitivas plataformas. La plataforma no comercial más implantada en el mundo es *Moodle*. Sin embargo pensamos que un trabajo riguroso de búsqueda y análisis de todas las posibilidades tanto tecnológicas como didácticas debe realizarse, observando cuidadosamente tanto las plataformas comerciales como las de código abierto, pero prestando especial atención a estas últimas. Pretendemos aquí analizar los retos del proyecto *Sakai* y las posibilidades tecnológicas y educativas que nos brinda la plataforma asociada a dicho proyecto.

En lo que sigue, analizaremos una plataforma, que entendemos de referencia por las universidades que lo desarrollan y avalan y una herramienta ligada a *Moodle* que nos ayuda a entender lo que puede representar desarrollar herramientas de apoyo a las plataformas y una modificación de *Moodle* para adaptarlo a las necesidades de análisis de sus datos.

3.2.1. Herramienta *Sakai*

El proyecto *Sakai*, que después dio lugar a la plataforma de *eLearning Sakai*, comenzó en el año 2004 con el inicio de la construcción de un sistema de gestión de cursos a cargo de las universidades de Stanford, Michigan, Indiana, el MIT y Berkeley. Inicialmente estaba financiado por la Fundación *Mellon*. El proyecto de *Sakai, Collaboration and Learning Enviroment* (CLE), se convirtió en un entorno modular de código fuente abierto, cuyo objetivo era integrar funcionalidades del *eLearning* a un portal académico.

El nombre lo toma, la plataforma, del cocinero japonés Hiroyuki Sakai, que llegó a ser una estrella de la televisión en los años noventa. Más de un tercio de las cien mejores universidades del mundo participan en el proyecto *Sakai*, suministrando un sistema que se usa en una gran cantidad de instituciones. Esta plataforma está presente en universidades como las de Nueva York, Oxford, Complutense de Madrid, Politécnica de Valencia, Lleida, Cambridge, Yale, Michigan, Stanford, entre otras muchas. El objetivo del Proyecto *Sakai* es crear un entorno de colaboración y aprendizaje para el contexto universitario, que pueda competir con sus equivalentes comerciales *Blackboard/WebCT* y que mejore otras iniciativas de código abierto como *Moodle*. Es decir, se persigue aunar las ventajas del software comercial con el de código abierto. Para sacar adelante el proyecto se ha creado la Fundación *Sakai*, a la que pertenecen más de 100 Universidades. En la figura 3.5 puede verse un esquema de este proyecto.

Características de la plataforma *Sakai*

El proyecto de *Sakai, Collaboration and Learning Enviroment* (CLE), se convirtió en un entorno modular de código fuente abierto, cuyo objetivo era integrar funcionalidades del *eLearning* a un portal académico. De esta forma, los usuarios utilizando un navegador de Internet, pueden seleccionar entre las muchas herramientas que la plataforma provee, para crear un sitio de trabajo que se adapte a sus necesidades. *Sakai* no está solo orientado a la enseñanza y el aprendizaje, sino también a la investigación y a la colaboración administrativa. A continuación vamos a analizar las herramientas comunes a un LMS, y que desde luego contiene *Sakai*, y se hará especial incidencia en las peculiaridades que esta aporta y se comparará con *Blackboard* y *Moodle* por las razones que venimos señalando. I. Foros

- Las tres plataformas disponen de un sistema de foros completo, tanto *Moodle* como *Sakai* ofrecen la posibilidad al estudiante de recibir los post o resúmenes diarios, a través de email.

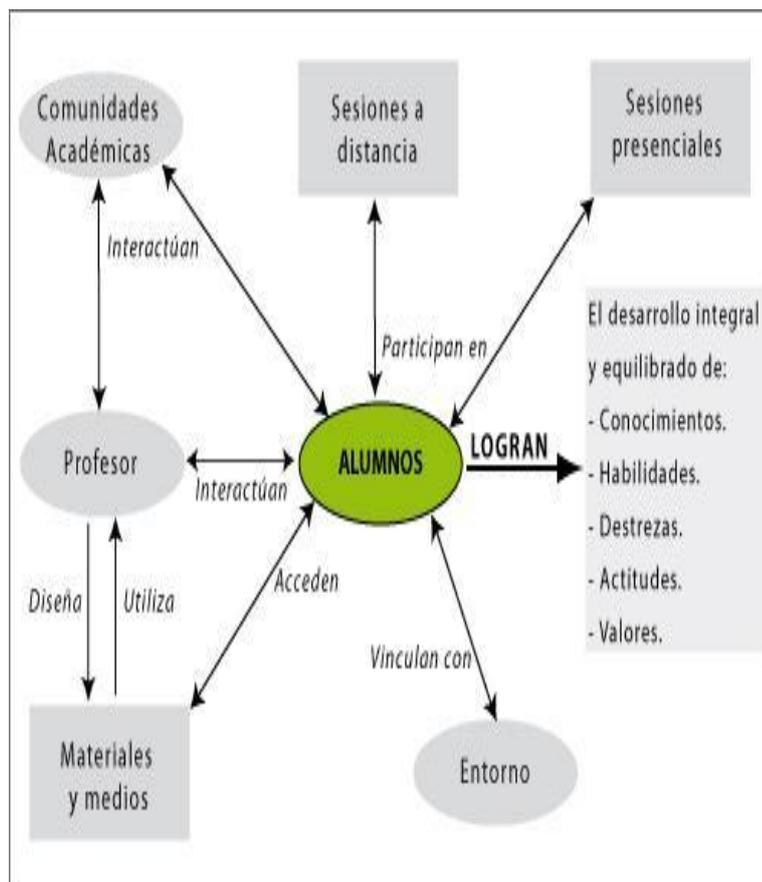


Figura 3.5: Esquema del Proyecto Sakai

- Por otro lado, *Sakai* ofrece funcionalidades adicionales a la hora de crear foros con mayores opciones de restricción de acceso, de moderación y de permisos por roles, como por ejemplo restringir el acceso a un foro a grupos específicos, restricciones de foros de solo lectura pero no respuesta. A la vez, es posible realizar estadísticas de participaciones por alumnos, pudiendo calificar sus aportaciones.

II. Archivos Compartidos

- Tanto *Blackboard* como *Sakai* ofrecen la posibilidad al estudiante de compartir contenido con otros compañeros. En *Moodle* no es posible y sería necesario hacerlo mediante el blog. Tanto en *WebCT* como en *Sakai*, el profesor dispone de una carpeta por alumno, donde puede alojar material.
- *Sakai* ofrece varias herramientas para la compartición de archivos donde es posible configurar el acceso a grupos, a determinados usuarios. A su vez, también es posible compartir contenido a través del blog, de la mensajería, los foros o el portafolio.
- En algunas versiones de *Sakai* se le puede dar la posibilidad al alumno de crear sus propios sitios de proyecto y poder permitir el acceso a otros estudiantes con el fin de mantener actividades colaborativas.

III. Portafolios

- Tanto en *Blackboard* como en *Moodle* al alumno cuenta con una página personal donde incluir su foto, trabajos, etc. *Sakai* también dispone de esta funcionalidad y se acerca al cometido esencial de un Portfolio o portafolios. Para ello se sirve de la herramienta *Open Source Portfolio* (OSP). Esta herramienta permite al alumno crear una extensa página con contenido multimedia de su trabajo y progresión, que puede ser accedida tanto desde dentro de la plataforma como desde fuera. Dispone de numerosas plantillas que ayudan al estudiante a crear y divulgar su progresión y los estudios realizados. Ofrece a las instituciones herramientas adecuadas para crear una serie de hitos, objetivos y certificaciones para que los alumnos realicen los estudios necesarios, puedan conseguirlas y añadirlas a su Portfolio. Se sustenta la herramienta en un método de enseñanza, aprendizaje y evaluación que consiste en la aportación de producciones por parte del estudiante, a través de las cuáles se pueden evaluar sus capacidades en una disciplina o materia de estudio. Estas producciones informan del proceso personal seguido

por el estudiante, permitiéndole a él y los demás ver sus esfuerzos y logros, en relación a los objetivos de aprendizaje y criterios de evaluación establecidos previamente. El portafolio se usa en la educación, pero es una idea importada de otros ámbitos profesionales: artistas, arquitectos, etc. Entre sus objetivos está: ofrecer información amplia sobre el aprendizaje, admitir el uso de la evaluación continua, posibilidad de compartir el trabajo con otros estudiantes y aportar un componente de estímulo a los estudiantes [57].

IV. Blogs y Podcasts

- Tanto *Moodle* como *Sakai* disponen de una herramienta mediante la cual, tanto alumnos como profesores pueden disponer de un blog propio al que pueden dar acceso a los distintos compañeros. De este modo se promueve la colaboración entre los participantes.
- *Sakai* es la única que ofrece la posibilidad a sus usuarios de crear un blog de archivos de audio. El denominado Podcast. A su vez, ofrece al usuario una dirección de suscripción para introducirla en un *podcatcher*. En ninguna de las tres plataformas es posible disponer de un videoblog.

V. Creación de Comunidades

- Las tres plataformas ofrecen la posibilidad de creación de grupos que, con espacio propio, salas de chat propias, foros propios, etc.
- Como funcionalidades extra *Sakai* permite una creación de grupos más abiertos, donde por ejemplo es posible que los alumnos elijan su propio grupo y puedan cambiar de grupo si lo desean. A su vez también soporta la posibilidad de crear proyectos de grupos de alumnos, teniendo estos proyectos la mayoría de las herramientas que puede contener un curso.

Hemos presentado las herramientas de *Sakai* más destacadas, la plataforma también contiene las que son usuales en este software, como son:

1. Chats
2. Posibilidad de redireccionar el correo interno a una cuenta externa
3. Potente motor de búsqueda
4. Herramientas de ayuda y tutoriales
5. Trabajo *offline* (el material didáctico en el formato adecuado para que el alumno/profesor puedan bajarlo)

6. Acceso por roles y autenticación
7. Posibilidades de registro usando las herramientas más usadas para conversión entre roles y tipos (*SCT Banner*, *SCT Luminis*, *Datatel*, *PeopleSoft 8*)
8. Herramientas para tests y exámenes
9. Libro de calificaciones
10. Gestión / Administración de un curso
11. Seguimiento del progreso de alumnos
12. Posibilidad de modificar apariencia de los cursos
13. Facilidad para compartir cursos

Sin embargo es de destacar que *Sakai* no dispone de la posibilidad de Pizarra electrónica aunque es posible incorporarla mediante herramientas como *Elluminate* o *DimDim*.

Análisis comparativo entre plataformas

Hemos venido insistiendo en que el objetivo del Proyecto *Sakai* es crear un entorno de colaboración y aprendizaje para la educación superior, que pueda competir con sus equivalentes comerciales *Blackboard/WebCT* y que mejore otras iniciativas de código abierto como *Moodle*. Entre las más de cien universidades que pertenecen a la fundación Sakai, hay universidades españolas que ya tienen implantada la plataforma, como la Universidad de Lleida, y otras muchas que se encuentran probando sus últimas versiones con el firme propósito de incorporarla en sus cursos. En los últimos tiempos habría que señalar más que el número de universidades que la incorporan de hecho en sus campus virtuales su crecimiento, ya que al ser una tecnología desarrollada mayoritariamente en Java permite el poder añadirle aplicaciones ya desarrolladas en esa línea. Por otra parte otros lenguajes (todos ellos de amplísima implantación) participan en la representación y estructuración de su código base como *XML* y *HTML*. La arquitectura de la plataforma se basa en la interrelación de las capas cliente y sistema y que usan las capas abstractas intermedias: controlador, presentación, herramientas y servicios.

Hemos presentado el proyecto y la herramienta *Sakai* como una buena alternativa a las plataformas, comerciales y de código abierto, ampliamente implantadas en la Universidad española. Haciendo un recuento, podemos

| Funcionalidades | Blackboard | Moodle | .LRN | Sakai |
|-----------------------------------|------------|--------|------|---------|
| Foros | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Intercambio archivos | Sí | Sí | Sí | Sí |
| email interno | Sí | No | Sí | Sí |
| Cuadreno anotaciones | Sí | No | Sí | Sí |
| Chat | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Servicio vídeo | No | No | No | No |
| Pizarra electrónica | Sí | No | No | No |
| Favoritos/marcadores | Sí | No | No | No |
| Ayuda/orientación | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Búsqueda | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Trabajo desconectado | Sí | No | Sí | No |
| Trabajo en grupo | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Autoevaluación | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Creación comunidades | No | No | Sí | Sí |
| Portfolio | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Autenticación | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Autorización de curso | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Registro integrado | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Gestión del curso | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Ayuda al instructor | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Herramientas Evaluación | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Pruebas/puntuación automáticas | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Traza del estudiante | Sí | Sí | No | Sí |
| Accesibilidad | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Compartir contenidos | Sí | No | Sí | Sí |
| Plantillas del curso | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Gestión curricular | No | No | Sí | Sí |
| Interfaz particularizable | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Herramientas diseño instruccional | Sí | Sí | Sí | Sí |
| Software abierto | No | GNU | GNU | ECL-1.0 |
| Estándares | Sí | Sí | Sí | Sí |

Tabla 3.4: Comparativa de funcionalidades en las plataformas

resumir que los aspectos más interesantes están en su condición de herramienta de plataforma de código abierto y la tecnología que lo sustenta, en las instituciones que lo avalan, y la posibilidad de dar cobertura a entornos más complejos, con necesidad de integración mayor y gran concurrencia de usuarios además de disponer de la herramienta *tecnológica/didáctica* del portafolio. Pero no desearíamos terminar sin apuntar que lo esencial no es elegir entre una plataforma u otra aunque sea necesario conocerlas en su mayoría. En la tabla 3.4 se puede ver una comparativa entre las plataformas más al uso.

El primer resultado de nuestro análisis es la necesidad de establecer un modelo pedagógico que dé sustento a los Sistemas Virtuales de Formación y siguiendo los estándares sea capaz de conseguir e integrar todas las oportunidades que la Tecnología Educativa aliada con otras ramas de la Informática (Web Semántica y técnicas de Aprendizaje Automático) pueden aportar. Otro aspecto a tener en cuenta es el analizar convenientemente las herramientas, colaborativas o no, que van apareciendo para integrarse en las plataformas. Este análisis para que sea riguroso necesita de una metodología que siguiendo los estándares sea capaz de elaborar especificaciones que sirvan a la práctica didáctica y que a su vez vayan constituyendo estándares de facto.

Por último, haría falta una labor de unificación y formalización de la nomenclatura y conceptos que impregnan de plano o de una forma colateral esta tecnología. Sería muy conveniente que el entorno académico y el de la empresa se acercaran y colaboraran convenientemente creando un corpus de doctrina que sirva como marco de referencia definitivo en este interesante campo de investigación. En lo que podemos concebir como conclusión final, recomendaríamos a la comunidad académica que los esfuerzos deben ir dirigidos en estos momentos, a desarrollar especificaciones y fundamentar metodologías para ser capaz de formular una poderosa ontología de referencia para el multidisciplinar pero integrador mundo del *eLearning*.

Terminamos este apartado estableciendo una conexión entre plataformas y estándares.

- *Moodle 3.0* sigue los estándares SCORM 1.2 e *IMS QTI*, que está producida e integrada en *IMS Global Learning Consortium* y tiene que ver con la interoperabilidad de preguntas y pruebas
- *Blackboard* sigue SCORM 1.2
- *WebCT Campus Edition 6.0* siguió SCORM 1.2, *IMS ES 1.01* e *IMS CP*
- *Sakai 2.5.x* sigue SCORM 1.3 e *IMS QTI*

- .LRN sigue *IMS ES* 1.01, *SCORM* 1.2, *IMS QTI* v1.2 e *IMS CP* 1.1.2

3.2.2. Herramienta LAMS

LAMS (*Learning Activity Management System*)¹⁰, es una herramienta que apareció en noviembre de 2005 está en evolución, fue creada para diseñar y publicar secuencias de actividades orientadas al aprendizaje colaborativo [15]. La última versión es la 2.4 (septiembre del año 2016).

Mediante una sencilla interfaz visual proporciona gran cantidad de *actividades* diferentes para que los profesores las diseñen y adapten a sus necesidades. Para la publicación proporciona un área donde es posible seguir la evolución de todos los alumnos durante la sesión de realización de dichas actividades [14].

Debemos comenzar señalando que LAMS no es un LMS o plataforma de *eLearning*, ya que estas administran cursos, usuarios y objetos de aprendizaje. En general los LMS están centrados alrededor de un alumno individual, aunque se puede comunicar con sus compañeros (el foro didáctico y las comunidades de aprendizaje son utilidades extraordinarias) en mayor o menor medida, pero la unidad es el individuo y las características colaborativas aún siendo importantes, son limitadas. A diferencia de esto, LAMS está enfocada en un aspecto concreto del *eLearnig*, las secuencias de actividades, y en particular las actividades colaborativas. Existe un espacio para profesores y diseñadores de cursos que a modo de repositorio permite compartir secuencias creadas.

En este sentido LAMS proporciona una variedad de funcionalidades para definir una secuencia (o flujo) de actividades y ponerlo a disposición de los usuarios, ya sean individuales o en grupo. Incluye un entorno visual para el diseño de dichas secuencias, un entorno de monitorización, donde los profesores pueden observar la evolución en tiempo real de los alumnos para dicha secuencia. Como LAMS no está diseñado para ser una LMS, no implementa elementos característicos de ellas, como el correo o los calendarios. Aunque es posible integrar LAMS con un cierto número de LMS disponibles actualmente. Estos son: *Moodle*, *Blackboard*, *LRN*, *Sakai* y están en desarrollo las integraciones con *WebCT* y *uPortal*. Además al ser una herramienta que continúa en desarrollo, irá mejorando en todos los aspectos, quizás incluso hasta convertirse en una plataforma completa, como las demás.

Se encuentran en la herramienta cuatro espacios bien diferenciados:

- *Zona de autor*, dedicada a la creación o modificación de secuencias en LAMS. Ofrece una interfaz visual en la que simplemente arrastrando las

¹⁰<http://www.lamsfoundations.org/>, <http://www.lamsinternational.com/documentation/>

actividades disponibles se las puede colocar en una zona para reorganizarlas y configurarlas. Posteriormente se colocan las transiciones de las actividades y se almacenan para su posterior publicación.

- *Zona de monitorización*, está diseñada para publicar las secuencias que fueron definidas con anterioridad. Primero se ha de seleccionar la secuencia en cuestión, posteriormente se elige el grupo al que va dirigido ya sean grupos reducidos de alumnos o grupos de alumnos completos. Por último se comienza la secuencia, es decir, los alumnos pueden iniciar el recorrido de dicha secuencia. Además el profesor puede monitorizar la evolución de los alumnos.
- *Zona de administración*, que está dedicada a la configuración de algunos parámetros del sistema, aunque a diferencia de otras herramientas no hay muchas opciones para configurar. De esta manera se pueden definir varias organizaciones con diferentes números de alumnos. Es posible para cada organización publicar una secuencia de actividades.
- *Zona del alumno, (learner)* ya que los alumnos son quienes finalmente van a ejecutar las secuencias de actividades que han sido publicadas. Cuando un usuario entra en la plataforma directamente le aparecen las secuencias que se han publicado para él.

Todos los recursos disponibles poseen las siguientes propiedades:

- *Name*: Es el nombre de la actividad que lo identifica al recurso dentro de la zona de autoría, es decir, es el nombre del recurso dentro de la zona de trabajo.
- *Description*: Es una breve descripción para los diseñadores, ya que es probable que en las mismas secuencias trabajen varias personas. Puede ser utilizada para indicar alguna advertencia o anotar el propósito de incluir dicho recurso. Al igual que el anterior esta propiedad solo es útil en la zona de autor.
- *Title*: Este es el título que tendrá la actividad cuando se muestre en el navegador, es decir, el título de la actividad que será mostrado a los alumnos.
- *Instructions/Content*: En algunas actividades el campo se denomina “*instructions*” y en otras “*content*”. Aquí habremos de colocar las instrucciones para realizar ciertas tareas o el contenido a ciertas preguntas.

- *Grouping*: En todas las actividades se puede configurar si estas van dirigidas al grupo completo o si por el contrario van dirigidas a grupos reducidos de alumnos. Para que esto sea así, ha de incluirse en la secuencia una actividad denominada “*Grouping*”. Esta propiedad habrá de ser manejada convenientemente según la colaboración deseada ente los alumnos.

En la figura 3.6, podemos ver la integración de *Moodle* con LAMS. Este aspecto es de gran importancia, pues el futuro de esta herramienta colaborativa está en la posibilidad de integrarla en las plataformas más extendidas, ya que ella en sí misma no es un LMS. El principal punto a favor en esta herramienta es que podemos afirmar que es una implementación completa del ciclo del “diseño de aprendizaje”, que modela el estándar *IMS Learning Design*. Aunque más que seguir el estándar, está basado en él (cumpliendo ciertos aspectos del mismo). Abarca el complejo proceso del diseño de actividades de aprendizaje, y la publicación y monitorización del proceso de aprendizaje de los alumnos, permitiendo al profesor intervenir en tiempo real mientras sus alumnos están realizando las actividades. En cuanto a la interfaz de usuario y a la de administración es bastante sencilla e intuitiva. En relación a la documentación, hay que decir que aparece repetida en varios lugares y no suficientemente actualizada. Otro aspecto a tener en cuenta, es que siendo consciente de que no es una plataforma de *eLearning* (LMS), la posibilidad de integrarse con algunos LMS existentes abre muchas posibilidades, ya que en muchas herramientas, la debilidad de las mismas viene derivada de las escasas posibilidades de colaboración permitidas. Por último otra gran ventaja es la de posibilitar la conexión a una comunidad de usuarios de la herramienta¹¹. Para terminar decir que supone un gran avance en el campo de la colaboración, pero ha de mejorar muchos aspectos, principalmente el de la documentación, ya señalado. De cualquier forma, se trata de una herramienta en continua evolución.

3.2.3. Una contribución del software libre a la tecnología educativa

En este apartado se presenta una contribución del software libre a los SVF, en la que queda patente la posibilidad que pueden tener los profesores para adaptar las herramientas, de una manera sencilla, a sus necesidades educativas y al análisis de su trabajo [11].

Se propone una iniciativa para usar herramientas de código abierto (*Moodle* pero podría ser *Sakai* u otras), que una vez conocidas las necesidades de

¹¹<http://lamscommunity.org/>

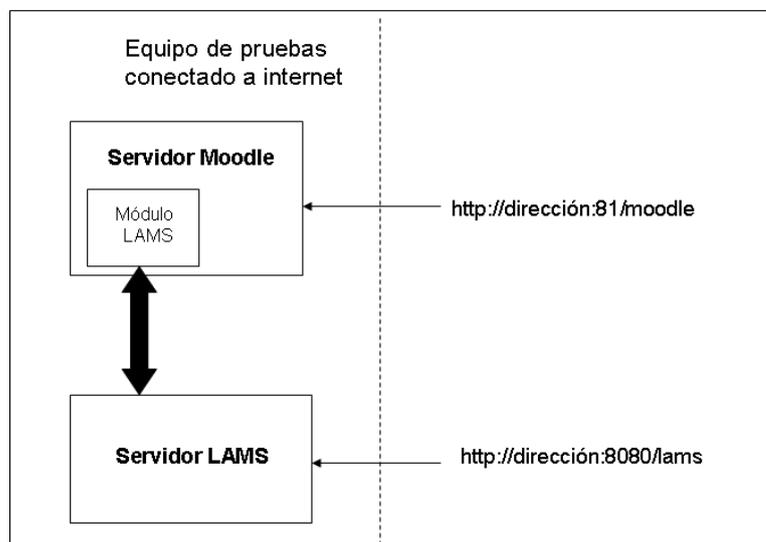


Figura 3.6: Esquema de integración Moodle y LAMS

profesores e investigadores puedan adaptarse para que establecer las métricas, análisis y resultados en la enseñanza *online*.

Presentación del experimento realizado

En este contexto de los SVF, nos interesa el foro al que consideramos una herramienta didáctica de importancia nuclear en la formación *online*. Las interacciones asíncronas que en los foros se producen pueden permitir una enriquecedora conexión entre los participantes que además de intercambiar información, construyen conocimiento y resuelven problemas desde una *perspectiva de grupo*. Por todo ello, el conocimiento, estudio y manejo de las conclusiones de la colaboración que puede darse o no en este entorno es fundamental para profesores y tutores de los cursos. Enlazamos aquí con el apartado del *Learning Analytics* 4.1.1 que se desarrollará en el capítulo siguiente.

Decimos que se ha producido una interacción asíncrona colaborativa cuando un estudiante responde a un tema planteado por otro en un foro. En nuestro experimento, tendremos un curso alojado en la plataforma *Moodle* y nos proponemos realizar un estudio sobre él con los objetivos mencionados. *Moodle* permite obtener los registros de todas las actividades que se realizan en un curso, que pueden ser filtrados por participantes, días o actividades. Es decir, la plataforma es capaz de dar unos informes amplios y detallados para dar satisfacción a múltiples preguntas. También es conocido que *Moodle*

sería capaz de dar previa instalación de herramientas de visualización informes también del tipo como los de la Figura 3.7. Bastaría con instalar la herramienta *Gismo* (herramienta gráfica e interactiva de rastreo y monitorización de estudiantes que extrae datos de *Moodle*) y que convenientemente manejada puede aportar interesantes datos a los profesores y tutores para conocer quien ha hecho qué y cuándo.

Pero nos encontramos con un problema que se produce por el comportamiento por defecto de los informes de la plataforma, no podemos obtener las *interacciones colaborativas*. Cuando se responde a un mensaje del foro en un tema de debate dentro se escribe automáticamente en el informe del asunto:

Re: más el nombre del asunto del nodo raíz y esto para cualquier mensaje.

Sencillamente, no es posible rescatar la *interacción colaborativa*. Lo que nos interesaría es conocer a qué alumno concreto se responde cuando alguien escribe un mensaje de respuesta. Es más, que *Moodle* escriba automáticamente el estudiante al cual se está respondiendo en el asunto del mensaje, de forma que cuando se generen los registros, estos alumnos a los cuales se está respondiendo aparezcan en el campo de información después de la cadena “*Re:*”.

Y esto se consigue haciendo una pequeña modificación al código de *Moodle* (recordemos que es software libre y podemos modificarlo para adaptarlo a nuestras necesidades en cualquier momento), la plataforma se ha escrito usando tecnología *PHP*, lo cual facilita cualquier modificación.

Procesamiento de los ficheros *logs* de la plataforma

Ya tenemos los datos obtenidos de la plataforma que con la modificación anterior nos da las interacciones colaborativas. Como hemos venido comentando, los informes de la plataforma dan la posibilidad de conocer qué estudiantes son activos o han realizado las cuestiones propuestas. Pero será de nuestro interés exactamente lo que hemos llamado interacciones colaborativas para poder aplicar después el Análisis de Redes Sociales a estos resultados.

Pero para nuestro objetivo hay que tener en cuenta que *Moodle* no almacena los registros como archivos de texto. En vez de eso, los guarda en una base de datos relacional (normalmente *MySQL*). Las bases de datos son más potentes y flexibles que los archivos de texto para mantener de forma ordenada accesos detallados e información de uso de alto nivel de todos los servicios que proporciona la plataforma. La base de datos de *Moodle* tiene unas 145 tablas interrelacionadas. Pero en nuestro experimento no necesitamos toda esa información para trabajar con las citadas interacciones. Por

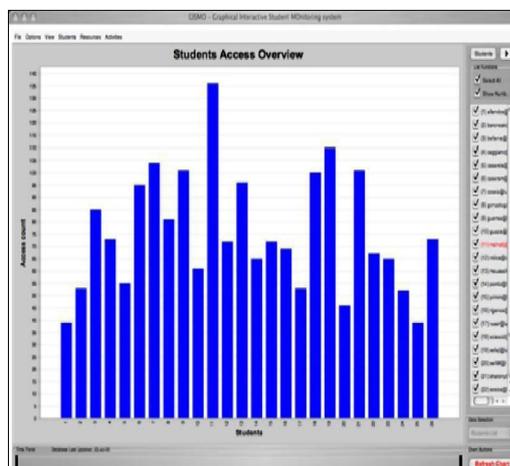


Figura 3.7: Gráfica de los accesos de estudiantes a un determinado recurso usando herramientas de visualización

esta razón, tenemos que realizar un paso previo para pre-procesar los datos de *Moodle*. Este pre-procesamiento permite que los datos originales sean transformados en una forma apropiada para ser usados por el programa que escribiremos especialmente para procesar los ficheros *logs* y poder contar de forma automática las interacciones producidas en la plataforma.

En nuestro caso, el preprocesamiento de los datos de *Moodle* es mucho más sencillo debido a que, al igual que la mayoría de los LMS, utiliza autenticación de usuarios y encontramos que los registros tienen entradas clasificadas por ellos.

Para procesar los datos de los archivos *logs* hemos desarrollado un programa (escrito en código Java) que será el encargado de extraer los datos y generar un informe sobre ciertos aspectos que podemos considerar relevantes en cuanto a la interacción que se produce entre los estudiantes en un foro. Este realiza una extracción de datos y un tratamiento básico sobre ellos. Como veremos a continuación, presenta un informe (un archivo de texto) con información general y desglosada por estudiantes sobre: vistas del foro, vistas de discusiones, nuevos temas de debate creados e interacciones (realizadas, o cuando un estudiante escribe un mensaje, y recibidas, o cuando un estudiante obtiene una respuesta e interactúa alguien con él).

Para dar los ficheros *logs* de entrada a nuestro programa se toman en formato XLS u hoja de cálculo de Microsoft Excel. Posteriormente, se convierten a formato CSV (que se puede entender como una tabla en forma de texto). Para tratarlos también se dispone como Software Libre de librerías diversas con toda una batería de métodos para manejar estos archivos.

De esta manera el programa nos da la posibilidad de obtener el siguiente informe que muestra los resultados obtenidos con un día de trabajo en la plataforma, esto como sencillo ejemplo, ya que la plataforma nos da los informes realizados entre fechas concretas o de toda la duración de un curso y por supuesto el programa nos dará el tratamiento de estos informes más amplios:

A. *En total hay (informe general):*

24 vistas del foro
37 vistas de discusiones
2 nuevos temas
16 interacciones

B. *Desglose por alumnos:*

Alumno

AlumnaNombre1 AlumnaApellido1

* 3 vistas del foro
* 6 vistas de discusiones
* 0 nuevos temas de debate creados
* 3 interacciones con el/los alumnos:

+ AlumnoNombre3 AlumnoApellido3 + AlumnoNombre4 AlumnoApellido4
+ AlumnoNombre5 AlumnoApellido5

* 0 interacciones recibidas

Alumno

AlumnoNombre2 AlumnoApellido2

* 4 vistas del foro
* 9 vistas de discusiones
* 0 nuevos temas de debate creados
* 4 interacciones con el/los alumnos:

+ AlumnaNombre1 AlumnaApellido1 + AlumnoNombre6 AlumnoApellido6
+ AlumnaNombre7 AlumnaApellido7 + AlumnoNombre8 AlumnoApellido8

* 1 interacción recibida por el alumno:
 + AlumnaNombre1 AlumnaApellido1

Y así de igual forma con todos y cada uno de los alumnos del curso y de todos los cursos del campus.

De esta manera y mediante un fichero de texto como resultado tenemos exactamente y por alumno las interacciones realizadas, las que recibe y las que envía, con este informe ya hay posibilidad de realizar un amplio estudio en un campus y aplicar algoritmos de *Data Mining*, ARS o cualquier procesamiento deseado. Pero sobre todo, lo más interesante es analizar la

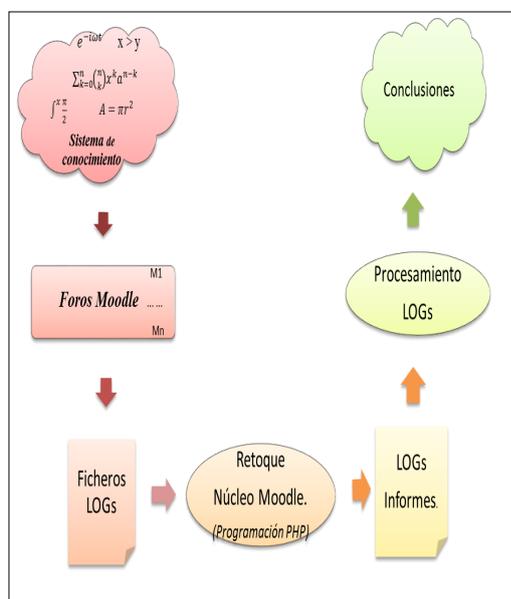


Figura 3.8: Esquema dado a los ficheros de la plataforma

colaboración en estos entornos, extrayendo conclusiones oportunas sobre los efectos en la enseñanza aprendizaje de los SVF. En la Figura 3.8 se muestra un esquema del marco del trabajo con los ficheros. Todo este proceso se verá detenidamente en el capítulo 4.

3.3. Soporte metodológico

Desde el nacimiento del *eLearning* se han abordado problemas de adaptación de contenidos y herramientas a las características de los estudiantes y a los requerimientos de los profesores [94]. Se ha venido desarrollando toda una

interesante línea de investigación centrada en la citada adaptación y paralelamente otra de igual interés centrada en la accesibilidad de los usuarios a la información almacenada en los SVF y a los sistemas mismos. Estos trabajos han dado lugar a la elaboración de estándares de tecnología educativa que han enriquecido poderosamente el entorno de la disciplina. Sin embargo lo que nos proponemos ahora abordar son las necesidades de profesores e investigadores para obtener conclusiones y definir indicadores que puedan guiarlos en la evaluación del trabajo desarrollado con el uso de los SVF, bien sea en enseñanza a distancia o en el contexto de campus virtuales que mezclan sesiones presenciales con formación virtual (*bLearning*). De todos es conocido que la incorporación de las TIC en particular y de Internet a los campus ha enriquecido los procesos de enseñanza aprendizaje, pero lo que no parece tan claro es dilucidar de qué manera pueden aportar toda su fortaleza. También ocurre que las plataformas de *eLearning* no poseen posibilidades de adaptación dinámica que pueda ser aprovechada por los estudiantes para adaptarlas a sus necesidades o por los profesores para sacar conclusiones sobre las facilidades de estas herramientas.

3.3.1. Metodología *Sakai*

Aunque uno de los aspectos más atractivos de la plataforma *Sakai* es el de las instituciones académicas que la respaldan, nos parece fundamental el analizar una herramienta, el portafolio electrónico, que puede ayudar a desarrollar un método de enseñanza, aprendizaje y evaluación que sea personalizado y realmente alternativo al usual en las instituciones universitarias.

El portafolio electrónico, *Sakai* fue de las primeras plataformas que lo integró, es un sistema electrónico personalizado para recoger los trabajos y logros de los alumnos. Contiene herramientas que permiten al estudiante seguir, planificar y presentar su proceso de aprendizaje. Es por así decirlo, como una memoria electrónica de los conocimientos adquiridos por una persona. En el ámbito de la EEES, podría ser de gran utilidad ya que facilitaría el movimiento de los estudiantes por las diferentes instituciones de enseñanza. Su naturaleza gráfica y su capacidad para soportar enlaces entre distintos materiales, proporciona al alumnado la posibilidad de integrar los aprendizajes de un modo eficiente y autónomo con una interfaz bastante atractiva. Por tanto, es un sistema de gestión que permite a estudiantes, profesores y administradores, la creación y distribución de sus documentos educativos y administrativos. Permitiendo y favoreciendo, además, el aprendizaje colaborativo. A día de hoy, el portafolio es usado en muchas instituciones universitarias.

Dicho método consiste en la presentación de trabajos, por parte del estu-

diante, a través de los cuáles se pueden observar y evaluar sus conocimientos y habilidades en una determinada materia de grado o postgrado.

Estos trabajos informan del proceso individual seguido por el alumno, permitiéndole a él y los demás ver sus esfuerzos y logros, en relación a los objetivos de aprendizaje y criterios de evaluación establecidos previamente.

El portafolio comenzó a usarse en ámbitos profesionales ligados al diseño y a la arquitectura y ahora se usa en la educación, pero para que el uso de esta metodología, apoyada en el portafolios, es necesario que los criterios de aprendizaje, material didáctico y evaluación estén rigurosamente diseñados y especificados.

Los objetivos principales del portafolio son:

1. Estimular a los estudiantes en su aprendizaje.
2. Conducir al estudiante en su trabajo y en la precepción de sus avances.
3. Favorecer el que el alumno localice la información para resolver problemas.
4. Activar los conocimientos anteriores, que tienen los estudiantes, sobre la materia de estudio e integrarlos en la situación actual.

Las ventajas que presenta esta metodología basada en el portafolios son:

- Ofrecer información detallada sobre el avance de los estudiantes.
- Admitir el uso de la evaluación continua en el proceso de aprendizaje.
- Tener carácter cooperativo entre el estudiante y el tutor en la organización y desarrollo de las tareas. Se pueden compartir los resultados con otros compañeros y con otros tutores.
- Favorecer la autonomía del alumno.
- Presentar un gran componente motivador y de estímulo para el estudiante.
- Poder contar desde el principio con los criterios de evaluación de los estudiantes.

Entre los posibles inconvenientes pueden aparecer:

- Puede producir cierto descontrol del alumno por no saber si se está en la situación adecuada.

- Se requiere inversión de tiempo tanto por parte del alumno como del profesor.
- Se requiere el que los objetivos de evaluación y aprendizaje estén muy claros desde el comienzo
- Se requiere mucha disciplina y responsabilidad por parte del alumno.
- Supone un cambio radical para el profesor del método de enseñanza.

El portafolio se utiliza en muchas universidades europeas, en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior.

3.3.2. *IMS-LD* como marco de referencia para un análisis comparativo de herramientas

El objetivo de esta sección es revisar el concepto de *Learning Design* (LD), que ha sido definido en el apartado 3.1.4 para tratar de formalizar unos criterios que ayuden a evaluar herramientas que integradas o no en las plataformas de *eLearning* aporten mejoras a los Sistemas Virtuales de Formación. Desde nuestro punto de vista, hay una ausencia (en los actuales sistemas de *eLearning*) de un modelo pedagógico que sea capaz de sacar el máximo partido a la ya llamada Tecnología Educativa. Mientras tanto, es importante analizar las herramientas que van apareciendo y a la vez aportar ideas que permitan aplicar convenientemente dichas herramientas en la enseñanza *online*. Quizás, en los entornos virtuales se haya sido capaz de emular una biblioteca, pero se está aún lejos de poder reproducir la creatividad que puede emerger de un aula.

El que los contenidos educativos sean reusables ha sido siempre un objetivo primordial de la comunidad de *eLearning*, aunque el logro de este objetivo permanece bastante limitado. Una causa de ello podría ser, que en ocasiones, el contenido está basado en una experiencia educativa individual, cuando mucho de la educación es colaborativa. Una importante contribución a todo esto viene de la mano de LD, que sitúa el énfasis en la secuencia de actividades colaborativas, que pueden ser capturadas, almacenadas, adaptadas y reusadas. LD no es sólo un conjunto de documentos encaminados a elaborar textos digitales, sino más bien un conjunto de instrucciones que los sistemas software pueden instanciar, soportando entornos de acuerdo con los requerimientos de una planificación de lecciones digitales [40]. Pretendemos, basándonos en los estándares, obtener unos criterios de evaluación de herramientas software, de referencia, y aplicarlo, como ejemplo, a tres herramientas diferentes a la luz de la metodología extraída. En la tabla 3.5 pueden verse un conjunto de

elementos, y que han salido del estudio de LD, que han de tenerse en cuenta en la evaluación de las herramientas.

| | |
|------------------------|--|
| Propósito del software | Descripción |
| | Alcance |
| | Integración |
| | ¿Implementa la herramienta IMS LD? |
| | Prespectiva del diseñador |
| | ¿Para quien es el sistema? |
| | ¿Quien interviene? |
| Rasgos de diseño | Conceptos principales |
| | Modelo de actividad |
| | Modelo del flujo de trabajo |
| | Entorno de ejecución |
| | Rasgos de la interfaz de usuario |
| Rasgos técnicos | Requerimientos técnicos para la ejecución del software |
| | Estructura del software |

Tabla 3.5: Marco de evaluación para herramientas de software basadas en LD

Inspirados en lo anteriormente expuesto vamos a describir y analizar tres herramientas, que han sido objeto de nuestro análisis y que pueden servir para obtener una panorámica general de la evaluación que estamos realizando. No pretendemos ser exhaustivos en el análisis de las herramientas existentes, sino más bien mostrar tres tipos de herramientas distintas entre sí y que presentan distintas contribuciones al desarrollo de los Sistemas Virtuales de Formación. Hemos elegido una herramienta que sigue la especificación *IMS LD*, otra que sigue SCORM y por último una inspirada en LD aunque no siga en rigor el estándar. Desde luego que somos conscientes de que en lugar de estas herramientas se podían haber elegido otras, pero no son las herramientas en sí las que son de nuestro interés, sino el avanzar en la elaboración de criterios que puedan ayudar a evaluar cualesquiera de las herramientas que vayan apareciendo. Debemos comenzar señalando que dichas herramientas no son LMS o plataformas de *eLearning*, ya que éstas administran cursos, usuarios y objetos de aprendizaje. Además los LMS están centrados alrededor de un individuo aislado (aunque se puede comunicar con sus compañeros en mayor o menor medida) pero la unidad es el individuo y las características colaborativas son limitadas.

Aplicaremos al análisis de cada herramienta los siguientes aspectos que consideramos de interés para su evaluación:

- Propósito de alcance
- A quien se dirige
- Manejo de actividades y automatización
- Interfaz de Usuario
- Integración y Licencia
- Reusabilidad y exportación

Análisis de la herramienta Coppercore

Es una aplicación J2EE basada en JavaBeans y que permite a los desarrolladores incorporar *IMS LD* a sus diseños. Ha sido desarrollada por OUNL como parte del proyecto Alfanet (Kraan, 2004). Fue la primera herramienta que implementó *IMS LD*, pero no han aparecido otras que la usen o integren, aparte del entorno que viene con ella.

Cierta parte de la comunidad de *eLearning* la ha tenido como una implementación de referencia de *IMS LD*. *OUNL* aportó su conocimiento y experiencia en el desarrollo de *EML*. Los principales usuarios han sido los desarrolladores de software y los usuarios de Sistemas Virtuales de Formación, que han usado la herramienta para aprovechar LD en sus trabajos con las plataformas.

Una importante característica es que dispone de un conjunto de tres APIs:

1. La principal de las cuales es el motor LD que cubre la ejecución
2. Otra de las APIs es un Gestor de cursos que cubre el apartado de los roles, usuarios, etc.
3. Y una API que es un temporalizador

Las tres APIs cubren la publicación, administración y entrega de *IMS LD*. Las características de diseño son todas las que suministra *IMS LD* y siguen el esquema presentado en la tabla 3.3. Los requerimientos técnicos para poder ejecutar la herramienta es una base de datos relacional para el almacenamiento y un J2EE servidor de aplicaciones.

Aplicaremos, como se ha dicho, al análisis de cada herramienta los siguientes aspectos que consideramos de interés para su evaluación:

- *Propósito de alcance*: Permite incorporar *IMS LD*
- *A quien se dirige*: Aplicaciones para los diseñadores
- *Manejo de actividades y automatización*: Proporciona tres APIs que permiten publicación, administración y entrega de *IMS LD*
- *Interfaz de Usuario*: No tiene
- *Integración y Licencia*: Software Libre
- *Reusabilidad y exportación*: Las permite

Análisis de la herramienta Lobster

Es una herramienta fácil de usar y que consiste en un entorno de autor que permite, en un contexto colaborativo, usar una consistente base de datos de recursos.

Como herramienta de creación de contenido estructurado cabe preguntarse si Lobster es una herramienta de LD. Las únicas herramientas de construcción de actividades que incorpora Lobster son herramientas de preguntas y test. Pero si cada página de contenidos contiene una tarea para el estudiante esto podría ser equivalente a una secuencia de aprendizaje de las vistas en LD.

Lobster permite el uso de de los metadatos de LOM (*Learning Object Metadata*) que en la actualidad incluyen la noción de actividad dentro de la objeto. Esto es una discusión intelectual que mantiene alerta a la comunidad de *eLearning*.

La principal diferencia entre Lobster y otras herramientas que contienen entorno de autor y que sí podrían ser consideradas que incluyen LD, es que no tiene noción de “gente” (roles o grupos) integrada en ella, y por ello no tiene sentido que las interacciones producidas entre ellas formen parte del diseño.

El sistema está diseñado para el uso de profesores con no muchos conocimientos técnicos, y que no tienen que tener grandes conocimientos de diseño instruccional. La secuencia de objetos de aprendizaje creados con Lobster, pueden usarse en una plataforma virtual o en un navegador. Sin embargo no hay una integración entre los contenidos de Lobster y las actividades desarrolladas en una plataforma. Por ello, podemos decir que Lobster, que sigue el estándar SCORM, permanece ignorante de todo lo que sería grupos, actividades y roles y el entorno del que contenido suele soportar. Aplicando los criterios anteriores de la tabla 3.5:

- *Propósito de alcance*: Es un entorno de autor para actividades de aprendizaje
- *A quien se dirige*: Profesores
- *Manejo de actividades y automatización*: Secuencia de Contenidos
- *Interfaz de Usuario*: Árbol de Navegación
- *Integración y Licencia*: Comercial
- *Reusabilidad y exportación*: Paquete de Contenido SCORM

Análisis de la herramienta LAMS

LAMS (*the Learning Activity Management System*) ha sido tratada en la sección 3.2.2. El principal punto a destacar, no obstante, de esta herramienta es la evolución que ha seguido en sus distintas versiones en relación con *IMS LD*. El primitivo desarrollo de LAMS estuvo basado en los conceptos de *EML*, y se puso especial énfasis en desarrollar la secuencia actividades colaborativas. Por otra parte el desarrollo de LAMS coincidió con la finalización de la especificación *IMS LD*. Se dijo entonces que más que seguir el estándar, estaba basado en él (cumpliendo ciertos aspectos del mismo). Entre los aspectos que no cumplieron la especificación, en las primeras versiones, cabe destacar:

1. Ausencia de servicios y descripciones *XML* instanciación / montaje entre los componentes
2. Ausencia de métodos para el paso de la información de unas áreas a otras
3. Poco énfasis en el trabajo en grupo
4. Conectar los roles con el grupo y poder obtener información de las acciones
5. Necesidad de perfeccionar el concepto de secuenciación en relación con las acciones, incluyendo secuenciación simple y sincronización entre los grupos
6. Dificultad con la monitorización para conseguir que un profesor pueda en tiempo de ejecución controlar una secuencia con multitarea

Todas estas carencias hicieron que se realizara un redesarrollo de LAMS ante la versión 2 de la herramienta. Los trabajos se basaron en el concepto de herramienta contrato (*tools contract*) y se incorporó un controlador. El contrato especifica los requerimientos de todos los componentes para las actividades de LAMS. El controlador también se encarga de las interfaces de las cuatro áreas detalladas de LAMS incluyendo detalles técnicos sobre el despliegue.

Nosotros podemos concluir diciendo, que LAMS a lo largo de las distintas versiones se va acercando cada vez más a la especificación *IMS LD* y que constituye la herramienta más completa inspirada en el estándar, aunque no acabe de cumplir la especificación *IMS LD*. Aplicaremos a la herramienta los aspectos anteriores, para su evaluación:

- *Propósito de alcance*: Entorno para secuencia de actividades de aprendizaje.
- *A quien se dirige*: Aplicaciones para los diseñadores, profesores y alumnos. Puede ser usado por cualquier profesor, sea cual sea su experiencia tecnológica.
- *Manejo de actividades y automatización*: No soporta exportación de secuencias de aprendizaje.
- *Interfaz de Usuario*: Uso de cajas y flechas
- *Integración y Licencia*: Fue comercial la primera versión, libre a partir de de la 2.
- *Reusabilidad y exportación*: No permite exportar secuencias.

Dada la importancia que esta herramienta ha tenido en nuestro trabajo, vamos a desarrollar los elementos de la tabla 3.5 más exhaustivamente.

Propósito del software.

- *Descripción*: Es un sistema *online* basado en la red, que gestiona y distribuye secuencias colaborativas de aprendizaje. El entorno visual de autor permite que pueda ser usada por todo tipo de profesores, sin necesidad de contar con grandes habilidades digitales. La ejecución permite, en tiempo real, monitorizar el trabajo de los alumnos.
- *Alcance*: La herramienta permite un entorno de autor, una gestión de ejecución y un entorno de distribución

- Integración: Para ejecutar las secuencias hay que estar en el entorno de la herramienta, pero esta puede integrarse con diversas plataformas.
- *¿Implementa IMS LD?*: No exactamente.
- *Prespectiva del diseñador*: Los diseñadores de LAMS, James Dalziel y su equipo, están interesados en desarrollar herramientas de software innovadoras y siguiendo los estándares, dificultades técnicas impiden, aún consiguiendo implementar el concepto de LD, conseguir su especificación.
- *¿Para quien es el sistema?*: Profesores y estudiantes.
- *¿Quien interviene?*: Cualquier persona, sin necesidad de competencias digitales.

Rasgos de diseño.

- *Conceptos principales*: Las actividades son tanto individuales como colaborativas. Las secuencias son diseñadas como un flujo de actividades y los estudiantes pueden ser agregados por grupos y subgrupos.
- *Modelo de actividad*: Las actividades son lo principal de la herramienta. Estructuradas y ordenadas, tienen más potencia didáctica que foros y Chats que son muy genéricos.
- *Entorno de ejecución*: Tiene un alto nivel de interactividad. Incluye monitorización muy completa y en tiempo real.
- *Modelo de flujo de trabajo*: Se basa en las actividades que es posible detener en puntos para controlar la ejecución.
- *Rasgos de la interfaz de usuario*: La interfaz visual es muy intuitiva, frente a otras herramientas, que tienen un campo de edición muy inspirado en el modelo de tablas.

Rasgos técnicos.

- *Requerimientos técnicos para la ejecución del software*: Muy elemental, el navegador debe soportar Flash, lo cual supone hoy un inconveniente.
- Estructura del software: LAMS es una aplicación web que corre a través de un navegador.

Por último, y dada la importancia de la integración *Moodle* y LAMS, repasemos las tres posibles integraciones:

1. LAMS como una actividad de *Moodle*: Cada secuencia de LAMS se añade como una actividad individual dentro de un curso de *Moodle*.
2. LAMS con el formato de un curso de *Moodle*, con una o más secuencias.
3. Uniendo una actividad de *Moodle* dentro de una secuencia de LAMS: La URL de una actividad *Moodle* puede ser incluida en una secuencia LAMS a través de *Share Resources* permitiendo a LAMS lanzar dicha actividad de *Moodle*, como parte de una secuencia LAMS.

La herramienta LAMS ha supuesto un gran avance en el campo de la colaboración, pero han de mejorarse muchos aspectos, principalmente el de la documentación, ya señalado. De cualquier forma, se trata de una herramienta en evolución, y que constituye la más completa implementación de LD, aunque no acabe de cumplir la especificación *IMS LD*.

En realidad, y desde nuestro punto de vista, es el mejor intento de incorporar el aprendizaje colaborativo a una herramienta. La posibilidad de poder diseñar, por parte de profesores y tutores, una secuencia de actividades y que dicha secuencia converja a un objetivo educativo es algo no desdeñable y que puede tener coherencia y rigor ante el alumno.

3.4. Colaboración y adaptación

Desde nuestro punto de vista, los mayores avances, que se han producido en el contexto del *eLearning* en general, y de los estándares educativos en particular, han sido los relacionados con la interoperabilidad de los sistemas y con la reutilización del material didáctico. En la adaptación a las necesidades especiales del alumno, otro de los pilares sobre los que se asentará la educación superior en el futuro, ha habido múltiples aportaciones [26] [44], pero centrándose en cursos personalizados para alumnos concretos.

Sin embargo, no ha sido tan tratada la adaptación desde un punto de vista de un grupo alumnos, ni en lo referente a la presentación de los cursos ni a los contenidos. Es decir, no se dispone de un sistema de selección y adecuación de contenidos *online*, adaptados a las características particulares de un grupo de estudiantes que aprenden juntos colaborando. Una de las razones que pueden apuntarse, para que esto ocurra, es que los LMS no hayan incorporado conocimiento colaborativo aunque este pueda darse en ellos.

La especificación que vamos a proponer, estará basada en *IMS*, y consistirá en adaptar automáticamente los contenidos de un curso a los atributos cambiantes de un grupo que aprende colaborativamente. Se tratará de dar las especificaciones para que en tiempo real, puedan generarse actividades educativas basadas en las condiciones iniciales cognitivas del grupo de alumnos. Desde la perspectiva del grupo se trata de desplegar dinámicamente el contenido adecuado de acuerdo con su conocimiento previo y su estilo de enseñanza más aconsejable. Desde la perspectiva de los diseñadores de los contenidos, se persigue la creación de cursos permitiendo la reusabilidad del material educativo existente [17].

3.4.1. LAMS como soporte al aprendizaje colaborativo

No se va a justificar aquí la potencia colaborativa de LAMS [32], que nos parece más que suficiente, de manera general se hará un repaso de parte de sus recursos y a la luz de la colaboración.

A continuación describiremos las características principales de cada recurso teniendo en cuenta la comunicación:

- *Chat*: Esta es una herramienta que permite la comunicación síncrona entre los alumnos. Además de las propiedades que se comentaron anteriormente, se permite bloquear la sesión de chat cuando todos los alumnos hayan finalizado dicha actividad, es decir, si está bloqueada permite visualizar un histórico de la sesión completa, pero quedará cerrada para seguir escribiendo.
- *Chat & Scribe*: Esta herramienta se utilizará cuando queramos que una cierta cuestión sea discutida entre los alumnos y que una vez discutida se realice la respuesta. Como tiene posibilidad de establecerse para grupos reducidos, LAMS crea las diferentes sesiones de chat separadas para cada grupo. Igual que el chat normal, se puede bloquear la sesión cuando los alumnos finalicen la tarea.
- *Forum*: Esta actividad indica la inclusión de un foro, la posibilidad de establecer comunicación de forma asíncrona. Se pueden incluir varios hilos (o *topics*) con los diferentes temas a tratar. Por último, igual que antes, tenemos la opción '*lock when finished*', que bloqueará la escritura del foro cuando los alumnos hayan finalizado las actividades.
- *Grouping*: No indica una actividad, sino que más bien es un recurso que hay que emplear en los casos en los que ciertas actividades vayan dirigidas a grupos reducidos de alumnos. Cuando exista en el panel un

'*grouping*', la propiedad de grupo ('n^o groups') de todas las actividades podrán ser establecidas a un valor diferente al que trae por defecto (que es ninguno).

El modo en que son agrupados los alumnos es aleatorio en función de todos los alumnos (*session class*) que estén realizando la secuencia y del número de grupos establecidos en la propiedad 'n^o groups' de este recurso.

En futuras versiones se incluirá la posibilidad de que el profesor establezca los grupos o que los propios alumnos decidan a que grupo incluirse.

- *Journal*: Es una actividad que se utiliza para guardar anotaciones u observaciones durante una secuencia y que éstas sean visibles por los profesores. Por ejemplo el profesor puede solicitar el razonamiento sobre cierta cuestión. Se puede decir que es una publicación sobre cierto tema. A diferencia del 'private Notebook', esta actividad es obligatoria.
- '*Private notebook*' es como un bloc de notas para incluir anotaciones, es privado aunque visible por el profesor. Además este bloc de notas lo tenemos disponible durante toda la secuencia completa (situado en la parte inferior izquierda), mientras que el 'journal' sólo está activo mientras estemos realizando dicha actividad.
- *Multiple choice*: Esta actividad permite crear un cuestionario con preguntas de respuesta múltiple, verdadero o falso. Puede utilizarse puntuación para corregir o incluir realimentación en las respuestas, es decir un breve mensaje razonando la respuesta correcta.

Además se puede permitir reintentos si no se supera una nota mínima ('*allow reTries*'), se pueden mostrar las mejores notas ('*show top users*'), y como ya se ha comentado antes, Mostrar *feedback* ('*show feedback*').

- *Noticeboard*: Se puede decir que es un tablón de anuncios, la utilidad principal es colocarlo al inicio de la secuencia explicando el procedimiento a seguir por los alumnos y ciertas consideraciones al respecto. Incluye un editor de texto con las características básicas (negrita, cursiva, subrayado, justificación), además de la posibilidad de incluir enlaces *HTML* a modo de links. Es bastante útil para organizar y resaltar ciertas partes del texto a mostrar.

Además de las propiedades generales, hay una propiedad llamada '*Define Content in monitor*' que permite al profesor modificar el contenido

del tablón mientras que la secuencia se está ejecutando, es decir, mientras está en monitorización.

Existe otro recurso denominado *HTML Noticeboard* cuya finalidad es la misma, pero simplemente se define el texto utilizando el lenguaje *HTML*.

- *Q & A (Questions and Answers)*: Permite a un profesor establecer una pregunta para que los alumnos respondan. Posteriormente el profesor puede ver todas las respuestas de cada alumno. La propiedad '*Show learner's name with answer*' indica que se colocará el nombre del alumno junto a su respuesta en lugar de hacerlo anónimamente.

De la misma manera que se explicó anteriormente, la propiedad '*Define question in monitor*' permite al profesor establecer la pregunta durante la monitorización de la secuencia.

- *Share Resources*: Es la actividad más compleja, no por dificultad, sino por las posibilidades que permite. Se puede incluir contenido como páginas web, ficheros comprimidos. Además, se permiten añadir elementos durante la ejecución de la secuencia. En cada recurso habremos de especificar las instrucciones. Por ejemplo si se añade una URL con la página de Google, habrá que indicar que utilicen Google para realizar la actividad, si fuese un fichero subido por el profesor habrá que especificar cuál es el procedimiento para realizarlo.

Es posible que tanto los miembros del *staff* (profesores y administradores) como los alumnos, puedan añadir recursos (ficheros o páginas), para ello habrá que activar las correspondientes propiedades.

Por último, hay que configurar cuántos recursos hay que utilizar para poder finalizar la actividad, es decir, si se incluyeron varios recursos, cuál es el mínimo de recursos utilizables para finalizarlo.

- *Submit Files*: Se utiliza para que los alumnos puedan subir ficheros a la plataforma, es decir, dada una actividad, ellos colocarán sus resultados en un fichero para compartirlo con el resto. La puntuación y los comentarios de dicha actividad se pueden exportar en una hoja de cálculo.
- *Survey*: Es muy similar al recurso *Multiple Choice*, ya que presenta a los alumnos una serie de cuestiones, pero a diferencia de este, aquí no hay preguntas correctas e incorrectas. El sistema organiza las respuesta para un análisis posterior por parte del profesor. Más que un cuestionario se trata de una encuesta.

- *Voting*: Esta actividad permite al profesor proporcionar una lista de opciones para que los alumnos voten entre ellos. Es similar a Q & A solo que en este caso se proporciona la lista de diferentes opciones. Primero se muestra una pantalla con las opciones a y una vez elegida una opción, se muestran los resultados parciales.

La lista de diferentes opciones ha de ser incluida en ‘nominations’ o definidas en la zona de monitorización (si estuviese seleccionada la casilla ‘*define nominations in monitor*’). También se pueden establecer el número máximo de votos de un alumno (propiedad ‘*max votes*’).

Además de todos estos recursos existen otros como estos, ‘*Resources and Forum*’, ‘*Q & A and Journal*’, ‘*Voting and Journal*’, ‘*Chat & Scribe and Journal*’, que no es más que la unión de dos de los recursos expuestos anteriormente.

Destacaríamos aquí, las herramientas que han de ser cuidadosamente manejadas por el diseñador de las actividades para que culminen en la correspondiente colaboración. Serían, y sin contemplar al foro por ampliamente tratado ya, *Submit Files*, *Share Resources*, *Q & A (Questions and Answers)*, *Chat & Scribe*.

Pero a la luz de todos estos recursos, pensamos, que es el *diseño de trabajo* con la herramienta lo que puede hacer que el trabajo colaborativo se vea muy potenciado. Para ello se propone:

- Trabajar con *integración* con *Moodle*. Como parte de un curso en una plataforma es donde la colaboración en ambas herramientas puede verse reforzado.
- Desde la versión 2 en adelante, LAMS crea grupos aleatoriamente entre estudiantes. Esta posibilidad hábilmente manejada puede favorecer la colaboración entre estudiantes. Pero también es posible crear grupos de alumnos elegidos por el profesor, en cada caso se deberá optar por la opción más adecuada. Además, siempre es posible ubicar actividades anteriores o posteriores a la misma que deban ser completadas de forma individual. con esto es posible combinar el apoyo entre estudiantes con el seguimiento individual. Luego es posible volver a reagrupar alumnos para otras actividades.
- LAMS tiene un editor multimedia para todos los tipos de actividades y permite a los estudiantes y al profesorado exportar el *portafolio* (zona particular en la que guardar su trabajo personal) con todas las actividades realizadas. Hemos planteado con *Sakai* la importancia colaborativa del *portafolio*, por ello con esta herramienta la situación es similar.

- El momento en que se pasa de una actividad a la siguiente puede ser fijado por el profesor, que puede elegir entre fijar un tiempo determinado de antemano o cuando todos los alumnos del grupo finalicen la actividad anterior, o si se está monitorizando la evolución de los alumnos, cuando se considere conveniente. Este abanico de posibilidades permite favorecer el objetivo de la colaboración.
- La realización de bifurcaciones condicionales en la secuencia de actividades, diseñada y controlada por el profesor, puede favorecer el objetivo buscado.
- El profesor dispone también de la actividad *lluvia de ideas* para componer las secuencias. Esta actividad puede dar también enorme juego en la colaboración.
- La actividad *Video Recorder* que da la posibilidad a los alumnos grabar pistas de audio con imágenes, gracias a una webcam que la versión de LAMS 2.3 incorpora a esta herramienta, permite configurar la actividad para que todas las grabaciones queden almacenadas a disposición de todos los alumnos del grupo.
- Si hacemos uso de la opción *Votación*, que permite a los profesores dar a los alumnos una lista de preguntas por las que votar (parecido a la herramienta de *Pregunta y Respuesta?*), en que la votación se muestra en la primera pantalla con todas las opciones disponibles, aparecerá luego una pantalla con la selección individual de cada estudiante, y después de ésto, una actividad que mostrará los resultados en progreso (por ejemplo: una pantalla no modificable, donde los alumnos pueden ver sus propios resultados y los de sus compañeros al mismo tiempo). Por último, habrá una pantalla resumen de los resultados del grupo.
- El uso de la opción *Wiki* permitirá al grupo diseñar documentos web colaborativos e integrados en las propias secuencias LAMS. El profesor puede proponer temas o cuestiones adecuadas, y los alumnos podrán editar, cambiar y añadir nuevas páginas o cambiar las de otros estudiantes.

3.4.2. LAMS como soporte al aprendizaje adaptativo

La adaptación de los cursos a las necesidades especiales de los estudiantes, sean los virtuales o no, se configura hoy como una condición necesaria para hablar de Sistemas de Formación de calidad. La adaptación en el contexto

del *eLearning* a un alumno concreto que aprende utilizando un LMS, ha sido ampliamente tratada con más o menos fortuna.

Sin embargo, no ha sido tan tratada la adaptación, desde un punto de vista de un grupo alumnos, ni en lo referente a la presentación de los cursos ni a los contenidos. Es decir, no se dispone de un sistema de selección y adecuación de contenidos *online*, adaptados a las características particulares de un grupo de estudiantes que aprenden juntos colaborando. Una de las razones que pueden apuntarse, para que esto ocurra, es que los LMS no hayan incorporado conocimiento colaborativo aunque este pueda darse en ellos.

Adaptación del contenido

La especificación que vamos a proponer, estará basada en *IMS*, y consistirá en adaptar automáticamente la presentación de un curso a los atributos cambiantes de un grupo que aprende colaborativamente [44], [61]. Hay que tener en cuenta que en la capa de adaptación de la presentación, puede aprovecharse los métodos y técnicas usados en otros contextos de adaptación bien alejados del *eLearning* y pueden servir las usadas en cualquier sistema de alta funcionalidad.

Para ello nos basaremos en el concepto de objeto educativo, que como se ha visto, puede considerarse como la unidad de contenido junto con los *metadatos* que lo describen. Se construirá un curso adaptado para cada grupo, a través de dichos objetos educativos. La secuenciación propuesta es:

- Descomposición de los cursos en unidades formadas por objetos educativos.
- Modelado del contexto cognitivo del grupo, que se compondrá del método didáctico que mejor se ajuste a sus características y del dominio de conocimiento del curso. Se propone la creación de una ontología como la mejor manera de representar el contexto cognitivo del grupo.
- Marcado de los objetos educativos.
- Empleo de técnicas de modelado de usuario para obtener distintos perfiles de acuerdo con el tipo de adaptación a conseguir.
- Adaptación del contenido educativo para ajustarse al contexto cognitivo del grupo usando el modelo del grupo y los *metadatos* asociados a los objetos educativos.

Se puede recomendar *RDF* como la notación adecuada para la anotación de los recursos, pues puede ser usada para la descripción de los recursos de acuerdo con LOM (*Learning Object Metadata*) y como lenguaje para definir ontologías. Podrían proponerse otros lenguajes para la definición de ontologías, pero no son tan usados en el contexto del *eLearning*.

Elementos del modelo para adaptar los contenidos. En cuanto a los elementos del modelo para adaptar los contenidos se dispondrá de los siguientes mecanismos:

- Modelo de usuario del grupo de alumnos, obtenido del trabajo realizado con LAMS y su integración en la plataforma usada y que nos dará el tipo de conocimiento previo del grupo y el estilo didáctico óptimo en función también de la materia objeto de estudio (dominio).
- Ontología didáctica y que será seleccionada para usar en función del modelo de usuario de grupo del punto anterior.
- Ontología del dominio de conocimiento (materia) que será también elegida en función de la anterior ontología didáctica.
- Un repositorio de objetos de conocimiento que serán recuperados a través de sus *metadatos*, mediante la utilización de heurísticas de recuperación basadas en ontologías (teniendo en cuenta las anteriores).
- Una lista ordenada de objetos educativos se obtiene como consecuencia de los pasos anteriores.

Llegado aquí es posible obtener un curso adaptado al grupo secuenciando convenientemente los objetos educativos. Se adapta aquí, y teniendo en cuenta las reglas de la ontología didáctica, el contenido educativo al conocimiento previo del grupo, mediante las transformaciones oportunas en los correspondientes objetos educativos. De esta manera hemos presentado un método, que partiendo de los estándares, es capaz de construir adaptación de los contenidos a un grupo de alumnos que aprenden y colaboran juntos en una plataforma virtual. La propuesta ha consistido en el marcado semántico de objetos educativos, junto con el uso de la herramienta LAMS, integrada en una de las plataformas de uso.

Para determinar el tipo de adaptación que ha de producirse, suele usarse un mecanismo de definición del modelo de usuario basado en una estructura de conocimiento llamada *estereotipo* y que está compuesta por:

Elementos del Modelo para Adaptar la Presentación

Nos basamos aquí también en la metodología *IMS*. Para conseguir adaptar la presentación de un curso a un grupo de estudiantes, que aprenden juntos, nos basaremos en un modelo llamado de *estereotipo*. Este modelo de estructura del conocimiento consiste en:

- Un sistema, que contiene información cierta en usuarios a los que se les aplica el estereotipo.
- Una secuencia de disparadores que son valores obtenidos de ciertos atributos. Los disparadores pueden ser valores del sistema anterior, o valores de entrada que no pertenecen necesariamente a dicho sistema.
- Relaciones entre cada estereotipo y el resto de los demás estereotipos del sistema. Dichas relaciones son opcionales en cada estereotipo concreto. La más común de estas relaciones es la que describe una jerarquía de generalizaciones.

El propósito de las técnicas de adaptación es el de acercar el usuario a la aplicación. Pero para poder realizar la adaptación al usuario (estudiante) es necesario conocer sus datos modelo de usuario. Para ello proponemos previo a la presentación del curso a realizar, y como sesión previa, se trabaje con la plataforma y LAMS, y así pueda realizarse una primera toma de contacto de aprendizaje colaborativo. Posteriormente y de la monitorización de este primitivo trabajo, saldrá el modelo de usuario, aplicando técnicas de estereotipos y el mecanismo de creación de perfiles de alumnos.

Los atributos del sistema de estereotipos, pueden estar relacionados con el dispositivo en el cual se realiza la presentación. Por ello elegimos usar la especificación *Learner Information Package*(LIP) de *IMS*, LAMS también la cumple. Esta especificación permite un formato de intercambio de información entre los alumnos, desde varios sistemas de formación que sigan especificaciones *IMS*.

En cuanto a las características que pueden establecerse mediante un perfil de usuario tienen que ver tanto con los tamaños de fuentes, formatos, colores, sombreados, como al tipo de acceso para conectarse (institución, casa particular, empresa, universidad, etc.). Esta técnica se puede utilizar como mecanismo de supervisión de los resultados obtenidos con la heurística de los estereotipos, sobreescribiendo manualmente las características definidas por el estereotipo.

Elementos del modelo para adaptar la presentación. Como hemos indicado, para realizar la adaptación de la presentación de los cursos se perseguirá el diseño de una interfaz, teniendo en cuenta el modelo de usuario. Se procederá de la siguiente forma:

- Cuando el estudiante se conecta a la LMS (integrada con LAMS), a través del repositorio de dispositivos y perfiles se extraen de los datos el correspondiente modelo de usuario.
- Reescritura, si procede, de algunos atributos establecidos en el sistema de estereotipos.
- Dado que la plataforma de *eLearning* (LMS) será una aplicación de *XHTML*, para construir la interfaz se pueden producir un conjunto de transformaciones *XSLT* que serán parametrizadas desde el modelo de usuario.

En realidad el uso de estereotipos es una heurística para predecir los valores de los atributos pertenecientes al sistema a partir de los disparadores. Como el conocimiento adquirido procede de un método heurístico debe ser convenientemente contrastado (supervisado).

De esta manera hemos presentado un conjunto de recomendaciones, y la propuesta ha consistido en construir primero el modelo de usuario desde la monitorización de una primera toma de contacto con los alumnos desde una plataforma que integra LAMS.

3.5. Conclusiones

En este capítulo hemos comenzado realizando una revisión de los estándares fundamentales de *eLearning* bajo la perspectiva de que ninguna tecnología se consolida sin ellos.

Es el estándar *IMS LD* el que consideramos mejor puede guiar las metodologías de selección de herramientas para asociar a las plataformas. Tras ello, las aportaciones principales que se presentan son:

- La herramienta LAMS unida o no a la plataforma *Moodle* es la que mejor se adapta para el trabajo colaborativo y la adaptación a las necesidades particulares de los alumnos.
- Se ha presentado un ejemplo de aplicación para poder rescatar automáticamente las interacciones colaborativas en el trabajo con la plataforma *Moodle*.

- Se han diseñado procedimientos de aplicación de LAMS para entornos adaptativos y colaborativos y siguiendo el estándar *IMS LD*.
- La metodología *Sakai* y la plataforma asociada con su herramienta portfolio se configura como una herramienta de gran utilidad al servicio de la innovación educativa y también para poder adaptar el trabajo del día a día del estudiante al Espacio Europeo de Educación superior.
- Guiados por los estándares, y por la metodología LD, se ha desarrollado una guía para analizar de herramientas *eLearning* para elegir las más adecuadas para el trabajo colaborativo.

Capítulo 4

Colaboración y Análisis de Redes Sociales

Este capítulo presenta una metodología para analizar e introducir mejoras en los Sistemas Virtuales de Formación (SVF). En la actualidad estos sistemas se usan en la enseñanza a distancia constituyendo sistemas puros de *eLearning* o en el contexto de la enseñanza tradicional con el apoyo de un campus virtual (*bLearning*). Usualmente, en estos escenarios surgen problemas para adaptar contenidos y herramientas a los estudiantes así como atender los requerimientos de los profesores. Por ello el capítulo se centra en la elaboración de una metodología para enriquecer el trabajo con estos sistemas.

4.1. Introducción

Para definir la metodología el primer paso será proponer una métrica que permita medir la interacción con el sistema (o más bien entre los agentes). La herramienta que hemos usado ha sido el Análisis de Redes Sociales (ARS) y posteriormente técnicas estadísticas para analizar la interacción de los usuarios con el sistema y también entre sí. La primera nos permite analizar la interacción entre los usuarios y la segunda trata de descubrir si existen significativas diferencias entre los foros didácticos cuando están coordinados por profesores y cuando no.

Es bien sabido que Internet en general y ciertas herramientas informáticas (plataformas *eLearning*) han contribuido satisfactoriamente a los procesos de enseñanza aprendizaje, dando lugar a la disciplina de la Tecnología Educativa, pero está claro que no se han agotado todas las posibilidades de mejoras que serían posibles.

La comunidad académica deberá, además de guiarse por los estándares que se van desarrollando en torno a la disciplina, analizar los resultados que se obtienen de experiencias reales y permitir la creación de un corpus de doctrina que ayude a mostrar las posibilidades que este nuevo tipo de enseñanza puede aportar.

4.1.1. *Learning Analytics*

Analíticas del Aprendizaje o *Learning Analytics* (LA) es un campo de investigación que tiene por objeto estudiar un amplio rango de datos obtenidos del trabajo con estudiantes para establecer líneas de actuación que mejoren la enseñanza-aprendizaje en general y en particular alcanzar el viejo sueño de personalizar la enseñanza adaptándola a necesidades concretas de los estudiantes. Lo nuclear del LA consiste en analizar los datos que deja tras de sí el estudiante en los procesos de formación y aprendizaje. El objetivo es usar la información a que dan lugar estos para incidir en el proceso de aprendizaje. Las ideas principales han sido tomadas de la aplicación de analíticas a otras áreas relacionadas con la economía, fundamentalmente las ligadas al comercio y a la publicidad. Pero también se han usado para detectar la presencia en redes sociales, en medicina como ayuda a la diagnosis y desde luego por los buscadores. De todos estos campos han ido saltando ideas y métodos al campo educativo. A la información recabada se les aplica algoritmos provenientes del aprendizaje automático y de la minería de datos, pero, también, otras técnicas [88].

De cualquier manera los problemas de LA no tienen que ver exclusivamente con la tecnología, sino más bien con la elección de datos relevantes, con la manera de extraerlos y cómo pueden incidir estos en los comportamientos de profesores y alumnos, y en la manera de establecer diagnósticos educativos [27].

En cuanto a los datos a manejar, LA tiene que tratar con los estructurados provenientes de currículums, por ejemplo, y otros no estructurados, como tweets, entradas y comentarios en blogs o mensajes en un foro de una plataforma. Muchos de los elementos que la componen tienen que ver con los que también aparecen en la analítica de webs, los que se hacen con herramientas tipo *Google Analytics*, pero el alcance de LA es mucho más amplio, pues su objetivo último es la adaptación, personalización e intervención educativas.

Una vez más hablamos de un campo pluridisciplinar pues en él confluyen informáticos, profesores, psicólogos, pedagogos e incluso empresas relacionadas con el mundo del aprendizaje. Este campo multidisciplinar podría convertirse en interdisciplinar o transdisciplinar si las metodologías asociadas culminan en fructíferos resultados y los campos de aplicación no dejan

de ampliarse. Todos estos agentes deben colaborar convenientemente para conseguir los objetivos antes descritos, y dar valor añadido al campo de la enseñanza-aprendizaje, pues sería este rasgo el que diferenciaría a LA de otros campos de análisis masivo de datos, como podrían ser *Data Mining* o Estadística, por ejemplo, [35].

Los interrogantes que circundan a la disciplina son muchos y corren el riesgo de despertar expectativas difíciles de satisfacer. Hay que tener en cuenta que se puede tratar de un amplio volumen de datos y que los realmente útiles pueden mezclarse con otros irrelevantes. También puede constituir un problema los formatos de los distintos datos que van llegando, así como las herramientas y técnicas usadas en su procesamiento que pueden o no evidenciar las conclusiones que han de extraerse para su aplicación a la mejora de la enseñanza [70].

Pero las ventajas que un uso adecuado de la disciplina puede aportar, entendemos, es sumamente estimulante. Pues los resultados pueden ayudar a la innovación educativa en general, dar lugar a metodologías pedagógicas especiales, identificar carencias del sistema educativo, evaluar enseñanzas, cursos y plataformas *eLearning* y estudiar aplicaciones del uso didáctico de las redes sociales. Es de notar que ciertas instituciones académicas han usado la disciplina para controlar y atajar el problema del abandono de los estudios universitarios así como el de la excesiva permanencia en ellos. Y por todo ello, y como corolario de lo anterior, ayudar a tomar decisiones a instituciones educativas.

En cuanto a las fuentes de datos, estas pueden ser desde bases de datos institucionales a ficheros provenientes de interacciones entre estudiantes y profesores en un curso virtual, tal como puede ser trabajos, pruebas, etc. Así como resultado del trabajo colaborativo en foros didácticos. También los datos pueden provenir de actividades al margen de las clases así como fruto de tareas informales colaborativas entre estudiantes [68]. Es decir, los datos pueden provenir de diversas fuentes, pero para encontrarse en el ámbito de LA, su procesamiento debe de culminar en más conocimiento sobre metodologías didácticas [20].

También y relacionada con la LA está la analítica de los datos masivos personalizados y que es posible definir [101]:

Definición 4.1. La analítica de los datos masivos personalizados consiste en el procesamiento de un gran número de datos obtenidos del trabajo con los estudiantes, con referencia a cada uno, con el fin de evaluar el proceso académico, predecir y mejorar el rendimiento y afrontar problemas como el del abandono.

El objetivo es, partiendo de un gran volumen de datos, adaptar la en-

señanza a necesidades especiales y rescatar así al mayor número posible de alumnos.

En la actualidad la disciplina nos puede ayudar a resolver algunos problemas en los que nos vemos inmersos; por ejemplo, es una excelente ayuda para la evaluación diagnóstica y la formativa, para la adaptabilidad de los recursos de aprendizaje, para mejorar la planificación personalizada y para la tutoría proactiva. Asimismo, nos puede servir para establecer modelos asociados a competencias y a validar su eficacia [16].

4.1.2. Análisis de redes sociales

En un principio se considera una red social como un conjunto de agentes (*nodos*) que pueden estar o no conectados (*conexiones*), si hablamos en el lenguaje de la teoría de grafos tenemos *vértices* y *aristas*. Los agentes pueden estar representados por individuos o grupos y sistemas de ellos. Las conexiones o vínculos pueden ser de diversos tipos y en la literatura se suelen leer ejemplos de relaciones de amistad, rechazo, contactos postales, parentesco, rivalidad, etc.

Las diversas disciplinas que han contribuido, interactuando convenientemente en ocasiones y divergiendo en otras, a desarrollar el ARS tal y como lo vemos en la actualidad han sido: la sociología (de donde procede), la economía, la antropología, la psicología, las ciencias políticas, la gestión de organizaciones e incluso estudios sobre medios de comunicación. Al final tenemos un área que es considerada hoy de gran aplicación a diversos campos de investigación y con una historia fascinante.

El origen de la disciplina está en las siguientes corrientes de investigación: *la sociometría analista*, *los antropólogos de Manchester* y los llamados *investigadores de Harvard de los años treinta* [89].

En cuanto a la primera, en los años 1930s, un grupo de investigadores alemanes emigraron a los Estados Unidos y allí continuaron con sus trabajos en psicología cognitiva y social. Ya en su país de origen habían comenzado desarrollando los principios de la llamada *Gestalt Psychologic*, en el que la palabra alemana *Gestalt* tiene la traducción de forma, molde, estructura o creación. El objetivo fundamental de esta teoría psicológica es estudiar los modelos por los que las percepciones de las personas se estructuran. Es decir, las percepciones y pensamientos se estructuran en torno a patrones y modelos que forman sistemas y estos tienen propiedades distintas que sus partes. De esta manera, los objetos individuales que se perciben proceden, en parte, de los esquemas mentales que por influencia del grupo y el ambiente [87] que lo rodea van configurándose en el seno de las sociedades.

Es en este contexto donde nace la sociometría, cuyo precursor fue Jacob Levy

Moreno, que nacido en Bucarest, estudió en Viena matemáticas, medicina y filosofía y emigró a los Estados Unidos en 1925. Allí en colaboración con un grupo de colegas trabajó activamente en las posibilidades que aportan las propiedades del grupo cuando se aplican convenientemente a la psicoterapia. Realizó estudios experimentales, cuestionarios y observaciones controladas y exploró las limitaciones y oportunidades que el grupo ofrecía al desarrollo personal [99].

En cuanto a la segunda corriente, sobre 1930 en la Universidad de Manchester se fue desarrollando una línea paralela de investigación, que con sus estudios sobre la formación de grupos exclusivos o clanes contribuyó a la disciplina. Profundizaron en el análisis de conflictos y contradicciones que se producen en las relaciones de grupos y las aplicaron al estudio de sociedades tribales en África y después a alguna comunidad rural en Gran Bretaña. Estudiando estas comunidades contribuyeron notablemente a combinar conceptos y modelos matemáticos con teorías sociales que se han aplicado tanto en sociología como en el sustrato del ARS.

Por último, investigadores de Harvard en los años 1930s desarrollaron patrones de análisis para el estudio de los grupos fijándose en las relaciones informales que se dan en ellos. No fue hasta los años 1960s cuando se produce el desarrollo final de la metodología del Análisis de Redes Sociales [50].

Las principales aplicaciones más recientes del ARS han sido áreas tan diversas como el desarrollo de software, las redes de política, la psicología, los movimientos migratorios, organización cultural, comercio electrónico, eventos deportivos e innovación y competitividad [93].

En la figura 4.1 puede verse un esquema del origen de la disciplina.

4.2. Redes sociales en el ámbito educativo

Las redes sociales (RS) vienen configurándose en España (y en países de nuestro entorno) como uno de los fenómenos sociales de mayor interés. La importancia que en el momento actual tienen tales herramientas para la comunicación y el intercambio de eventos es totalmente indiscutible. Constituyen lugares donde múltiples actividades del ser humano (incluso las más primigenias) tienen lugar. En ellas se mantienen relaciones sociales, familiares y amistosas, se hacen negocios, se buscan nuevas relaciones, se reencuentran amigos del pasado y la gente se une en comunidades o subgrupos humanos movidos por ocio, aprendizaje o negocio. Además, se analiza la repercusión que sobre la economía y la empresa puedan tener, y los tipos de vinculación que los usuarios tienen con ellas.

Semejante fenómeno, tan complejo e interesante, no podría pasar desap-

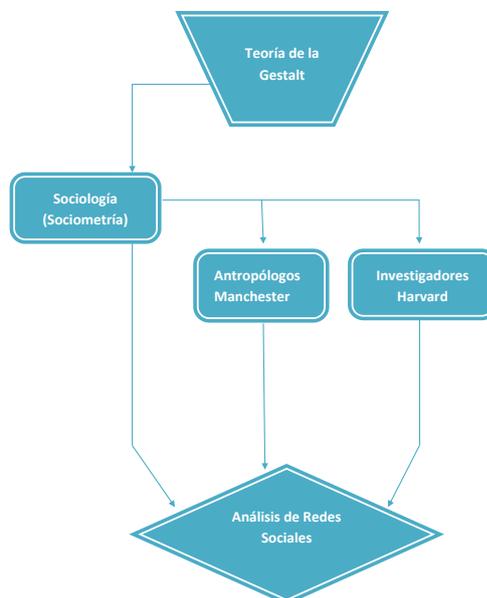


Figura 4.1: Origen Histórico del ARS

cibido para la comunidad académica, en su vertiente tanto científica como tecnológica. Por ello, es frecuente el uso de herramientas de análisis como UCINET¹ y Pajek² en los estudios que se van realizando, y artículos y libros no dejan de aparecer.

4.2.1. Redes sociales y enseñanza aprendizaje

Como ya se ha dicho, actualmente es difícil pasar por alto la presencia y la fuerte influencia que otorgan las redes sociales³ a la vida cotidiana en muchas de las tareas que se realizan. Además, con la llegada de la Web 2.0, las redes sociales en Internet son, asimismo, un paradigma de las posibilidades que nos ofrece esta nueva forma de usar y entender la red.

La enseñanza, en cualquiera de sus niveles, no podía permanecer indiferente a este proceso de influencia. Por consiguiente, se han incorporado como una herramienta más que aporta innovación.

La principal aportación de la herramienta, desde un punto de vista didáctico, es que permite el aprendizaje colaborativo e involucra espacios de intercambio de información que fomentan la cooperación, por ello, pueden ser

¹<https://www.analytictech.com/ucinet/description.htm>

²<https://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>

³https://es.wikipedia.org/wiki/Red_social

útiles en el contexto de *eLearning*. Pero también enriquece aportando diversidad cultural, nuevas construcciones sociales, intercambios de roles, en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Puede ser el propio alumno el que cree su recorrido y su entorno de aprendizaje. La interacción que permite incrementar la cantidad de información, puede suponer, en ocasiones, cierta distorsión. Para evitar estos inconvenientes sería muy conveniente el papel de un profesor, que filtre mediante su intervención la información o los contenidos.

4.2.2. LMS vs. Red social

Se ha comentado ya que CSCL se plantea la dimensión social del ser humano en su vertiente de aprendizaje. Por otra parte, en el seno de Internet pronto han aparecido comunidades y redes sociales entre otras formas de asociación. No podemos decir que las plataformas asociadas a los SVF sean una réplica de las redes sociales al uso, pero sí que tienen algunos aspectos similares y que podemos aplicar al estudio de ciertos elementos de los cursos en dichas plataformas técnicas y métodos de análisis de las redes sociales. Entendemos que una plataforma permite la definición, seguimiento y evaluación de un curso, y de tal manera que puede perfectamente suplir a otro de la enseñanza presencial, en cambio la red social constituye un rico complemento de ambas modalidades de enseñanza.

En algunos contextos comienza a identificarse LMS con clase tradicional en la que se distribuyen contenidos pero con poca interactividad, por el contrario las redes sociales y sus posibilidades didácticas acercan la escuela al mundo real. Permiten enriquecer la información estructurándola en torno a una herramienta inspirada en el concepto de *tag*. Es más, se empieza a considerar que los sucesores naturales de los LMS serán redes creadas con herramientas como *Drupal* o *Ning*. Es decir, herramientas de código abierto y que permiten la gestión de contenidos pero inspirados en una red social. Consideramos todavía prematuro el apostar por este tipo de derivadas.

Nuestra perspectiva no es esta, aún reconociendo lo que las redes pueden aportar a la enseñanza aprendizaje en lo que supone de revulsivo y con lo que aportan como herramienta [90]. Pensamos que el núcleo fundamental de una enseñanza que aproveche la enorme potencialidad de las herramientas virtuales se basa en la *metodología*. El foro didáctico permite una interacción también *generativa*, en el sentido de incremento de nodos de comunicación y los enlaces a compartir igualmente. También los estudiantes pueden generar contenidos e introducir sus puntos de vista y procedimientos en este contexto. A lo largo de todo este trabajo, venimos defendiendo que no han de ser herramientas novedosas o sofisticadas las que habrán de transformar la

enseñanza, por el contrario serán los métodos experimentados, contrastados y en continua renovación los que han de hacerlo.

El Análisis de Redes Sociales es, no obstante, una buena metodología para estudiar los aspectos participativos del aprendizaje y poder evaluar los métodos y modelos de un entorno CSCL. Precisamente dispone de herramientas e indicadores que permiten dibujar (con sociogramas asociados), programar y cuantificar diferentes características del comportamiento de un grupo.

4.2.3. Comunidades virtuales de aprendizaje

Las comunidades virtuales de aprendizaje (CVA) comparten rasgos generales con cualquier comunidad virtual (CV) pero tienen sus peculiaridades y estas responden al objetivo de consolidar un conocimiento o realizar una tarea de aprendizaje. Comencemos con su definición [3]:

Definición 4.2. Una comunidad virtual de aprendizaje la constituyen un grupo de personas con distintos niveles de experiencia que aprende en común, utilizando herramientas comunes en un mismo entorno.

Hemos comenzado con el concepto de grupo, y hemos de decir que puede estar formado por profesores y alumnos o simplemente por alumnos que comparten interés por un tema académico. Nos encontramos aquí ante un fenómeno no nuevo, pues grupos de estudiantes ayudándose mutuamente existen desde tiempo inmemorial en las bibliotecas universitarias o en cualquier otro lugar (cómo agoras, plazas, conventos, por ejemplo), pero lo que es innegable es que la red los favorece y enriquece extraordinariamente. Hay que pensar que estas comunidades cuentan con todo tipo de documentación en diversos formatos a través de enlaces.

Volviendo a la definición, las comunidades de aprendizaje pueden constituir un subgrupo de las comunidades profesionales, en las que el nexo de unión puede ser la necesidad de preparar juntos una asignatura reglada, el intercambio de conocimiento general en torno a un área, un entorno general de colaboración o incluso un espacio para innovar o experimentar actividades en general. La *confianza* se constituye, por tanto, en un eje fundamental de la comunidad, también acompañada de los conceptos de *intimidad* y *reputación*.

Por otro lado, el aprendizaje es el proceso a través del cual se adquieren o modifican habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación. Una red social puede ser perfectamente una comunidad, el interés común debe ser el conocimiento que se desea adquirir. Así pues, una red social que tiene interés común en un tipo de conocimiento puede ser una comunidad de aprendizaje [37].

Es importante tener en cuenta que los contenidos que vayan ligados a una comunidad han de contemplar varios aspectos:

- *Formato*, que podrá ser de texto, gráfico, audiovisual o bien un enlace.
- *Acceso*, que puede ser libre o condicionado a un registro o ligado a un pago.
- *Propietario*, ser propio de la persona que lo aporta o bien referenciado.

Por todo esto y ligado a la comunidad existe la figura del *curador*. Esta figura puede ser un miembro de la comunidad o una empresa, y el cometido es organizar la información, supervisarla y filtrarla, propiciar nueva información nacida de la mezcla anterior y secuenciarla en el tiempo. Para ello hay varias herramientas automáticas, tales como: *Opennemas* o *Zoho* entre otras muchas.

Por último, algunos profesores y autoridades académicas [92] analizan las comunidades de aprendizaje como una apuesta por la igualdad educativa en el marco de la sociedad de la información para combatir las situaciones de desigualdad de muchas personas en riesgo de exclusión social. El eje de una comunidad de aprendizaje sería la posibilidad de favorecer el cambio social y disminuir las desigualdades.

Comunidades de aprendizaje dentro de un LMS: caso de aLF

Vemos aquí un ejemplo de plataforma diseñada, entre otros objetivos, para albergar comunidades de aprendizaje. La plataforma aLF de la UNED, (aprende, Colaboración y Forma *online*), desarrollada en el contexto de la UNED con tecnología *dotLRN*.

Tiene a nuestro entender la ventaja de proporcionar un rico ejemplo de herramienta que integra cursos y comunidades de aprendizaje. Los cursos están ligados a las asignaturas de grado y gestionados por el equipo docente, y las comunidades organizan sus actividades con el concurso de profesores o no. También estas comunidades pueden albergar parte del trabajo de investigación que los distintos departamentos de la UNED llevan a cabo.

La herramienta permite también la creación de grupos e incluso subgrupos de trabajo en el espacio tanto de cursos como de comunidades favoreciendo la colaboración y conocimiento compartido. Además, cada usuario cuenta con las posibilidades de agenda, almacenamiento propio de documentos y páginas personales. Tenemos así las posibilidades de una comunidad de aprendizaje con las herramientas de trabajo de una plataforma *eLearning*.

En la figura 4.2 podemos ver algunos de los aspectos de estas comunidades.

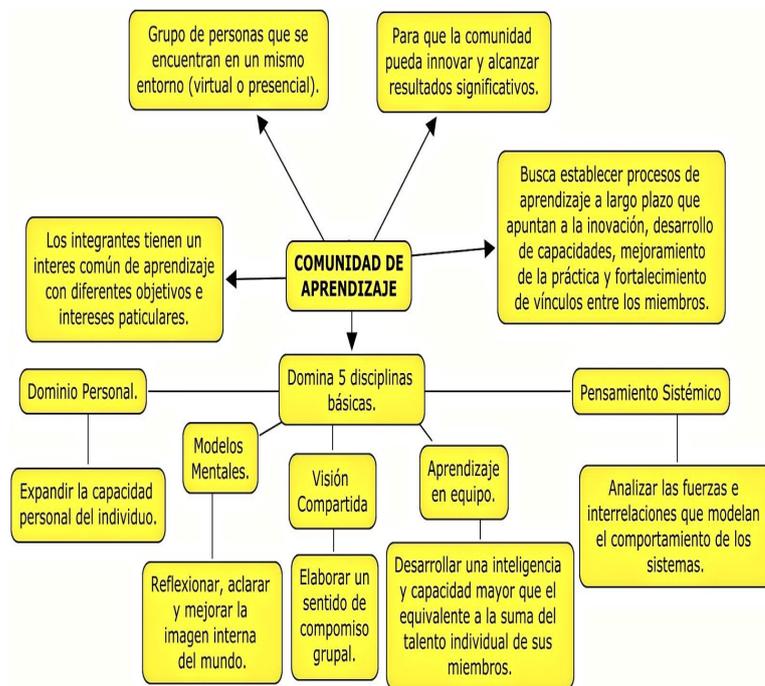


Figura 4.2: Esquema de una comunidad de aprendizaje ligada o no a una plataforma, fuente: Elboj, Puigdemívol y Valls

4.3. Aplicación del análisis de redes sociales a los cursos virtuales

Anteriormente ya se mencionó la estrecha vinculación existente entre la teoría de grafos y el análisis de redes. Pues bien, se hace necesario definir una serie de conceptos de dicha teoría, con el fin de comprender la utilidad de los mismos en el estudio de las redes sociales. Como se cita en [2] y [30] (caracterizado este último, como se dijo en el primer epígrafe, por la aportación de importantes textos acerca de la teoría de grafos) existe cierto caos en el uso de la terminología de grafos. En la segunda cita, se expone la duda sobre que llegue a alcanzarse la uniformidad, e incluso se expresa la duda sobre que siquiera sea deseable, pero claro ello exige que, cada vez que se hable de grafos, sea necesario proporcionar a priori una serie de definiciones acerca de los principales conceptos de teoría. Siguiendo tales recomendaciones, a continuación, se definen algunos términos, para lo cual se ha optado por seguir [30].

4.3.1. Indicadores del análisis de redes sociales

Para poder realizar un estudio más concreto sobre las características de una red y de cada uno de sus componentes, se tiene que recurrir al análisis de indicadores de redes, y de esta manera poder llegar a conclusiones específicas. Existen indicadores que pueden aplicarse de forma individual (para cada punto o nodo de la red) y de forma conjunta (para toda la red). A partir de aquí cada nodo va a representar un individuo, es decir, un actor dentro de la red, este podría referirse a alumnos, personal docente, padres, tutores, etc.

A continuación, se exponen los diferentes tipos de indicadores de red social que se van a analizar en cada caso de estudio en este capítulo:

- *Densidad*: Indica el número de conexiones existentes en la red, expresado como una proporción del número de líneas máximo posible por nodo. En nuestro caso, representará el número de conexiones totales existentes dentro de una red.

$$Densidad = \frac{2L}{g(g-1)} \quad (4.1)$$

$$Densidad = \frac{L}{g(g-1)} \quad (4.2)$$

La fórmula 4.1 es para el caso en que nos encontremos con un grafo no dirigido y la 4.2 para el caso de un grafo dirigido. Entendiendo L como el número total de aristas del grafo y g como el número de nodos.

- *Indegree*: Indica el grado de entrada del nodo, es decir, el número de aristas incidentes con él. Para el estudio representará el número de personas que se relacionan directamente a cada actor. Permite conocer a la persona más prestigiosa o de mayor atención dentro de la red estudiada.

$$Indegree(n_i) = \frac{\sum_{j=1}^g x_{ji}}{g-1} \quad (4.3)$$

Entendiendo g como el número de nodos y x_{ji} los elementos de la matriz.

- *Outdegree*: Indica el grado de salida del nodo, es decir, el número de aristas que salen del nodo. En nuestro caso, el número de relaciones iniciadas por cada actor. Refleja tanto su actividad social como la facilidad para acceder al resto de personas de la misma red.

$$Outdegree(n_i) = \frac{\sum_{j=1}^g x_{ij}}{g-1} \quad (4.4)$$

- *Betweenness* (intermediación): Indica en qué medida un nodo se encuentra en una posición intermediaria entre las comunicaciones geodésicas (las más cortas) entre el resto de actores. Es decir, cómo de necesario o representativo es un nodo dentro de los caminos existentes entre dos nodos cualesquiera de la red. A mayor intermediación, mayor control sobre el flujo de las comunicaciones. En nuestro caso, un actor con un indicador de intermediación alto, corresponde con una persona que recibe a su vez un alto grado de *indegree* pero que también genera un *outdegree* elevado, siendo muy satisfactorio este para el resto de los presentes en la red.

$$Betweenness(n_i) = \sum_{j=1, k=1}^g \frac{GPaths_{j \rightarrow i \rightarrow k}}{GPaths_{j \rightarrow k}} \quad (4.5)$$

Entendiendo g el tamaño de la red, $GPaths_{j \rightarrow k}$ como el número total de caminos geodésicos desde el nodo j hasta el k y $GPaths_{j \rightarrow i \rightarrow k}$ como el número total de caminos geodésicos desde el nodo j hasta el k que pasan por i .

- La *centralización de Freeman* [23] viene también dada por la ecuación 4.6,

$$C'_D = \frac{\sum_{i=1}^g (C_D(n^*) - C_D(n_i))}{(g-1)(g-2)} \quad (4.6)$$

Siendo $C_D(n^*) = \max_i C_D(n_i)$

4.3.2. Metodología de aplicación y descripción de los experimentos

En esta sección describiremos la evaluación que vamos a llevar a cabo. El resultado será obtenido aplicando el ARS y posteriormente un tratamiento estadístico. Describiremos la plataforma usada, los procesos de obtención de datos y los protocolos seguidos.

Plataforma usada

La plataforma (LMS) con la que hemos realizado los experimentos ha sido *WebCT*, más bien diremos que *Blackboard*. Pero hay que decir que es indistinta la plataforma de uso, bien sea de software propietario o libre, para lo que es el objeto de nuestros experimentos.

Obtención de los datos

Los datos se obtienen de distintos cursos que proceden de SVF y que son cuatrimestrales. Se trata de cursos correspondientes a dos asignaturas, una de ellas estadística y otra de perfil tecnológico (informática). De la primera tenemos datos de tres cursos académicos 2013, 2014 y 2015 y de la segunda los cursos 2014 y 2015. Se exponen en la tabla 4.1:

| Asignatura | Curso | Número Alumnos | Intervención Foros | Equipo Docente |
|-------------------|-------|----------------|--------------------|----------------|
| Estadística (E13) | 2013 | 255 | 79 | 7 |
| Estadística (E14) | 2014 | 269 | 90 | 9 |
| Estadística (E15) | 2015 | 251 | 83 | 8 |
| Informática (I14) | 2014 | 625 | 223 | 15 |
| Informática (I15) | 2015 | 595 | 335 | 16 |

Tabla 4.1: Estadísticas de las asignaturas involucradas en los experimentos

Entorno educativo y características de las asignaturas

Como hemos visto en el apartado anterior, presentamos datos de dos asignaturas, una de perfil estadístico y circunscrita al grado de Economía y a la que daremos el código de *E* y otra de perfil informático, *I* del grado de Turismo, y que comparten rasgos comunes y alguno diferenciador.

Ambas asignaturas constituyen claros ejemplos de los estudios de grado en contextos de enseñanza a distancia. Es decir, se cuenta con una plataforma o LMS en la que se exponen la guía didáctica, el programa, la bibliografía, los contenidos de la asignatura y un conjunto de normas generales que van apareciendo en el tablón de anuncios y que tienen que ver con los criterios de evaluación. Al final del cuatrimestre los alumnos realizan un examen presencial a la manera tradicional y que constituye al menos un 90% de la evaluación final del alumno. La principal herramienta didáctica con la que cuentan los alumnos son los foros didácticos. Es decir, los alumnos van estudiando los distintos temas y realizando ejercicios y consultan en los foros a sus compañeros y profesores (miembros de los equipos didácticos).

Los foros se dividen en *coordinados por los equipos docentes*, donde profesores y tutores deben responder a las preguntas de los alumnos y *foros de estudiantes* donde los alumnos se ayudan entre sí. En muchas ocasiones, el equipo docente tarda en responder intencionadamente, y son los propios estudiantes los que responden, estableciéndose una colaboración muy interesante y que luego (en los foros coordinados) el equipo docente tiene la oportunidad de completar, matizar, enriquecer o en su caso corregir. Como valor añadido, es posible, por el estudio de las respuestas dadas por los alumnos, conocer el grado de asimilación de estos del programa y contenidos presentados.

Como decimos, ambas asignaturas tienen rasgos diferenciadores además de en sus contenidos en la metodologías docentes con la que son impartidas.

El objetivo de la asignatura de Estadística consiste en conseguir que los estudiantes, a través de las técnicas oportunas, interpreten datos y resuelvan problemas provenientes de la actividades económicas.

Sus contenidos son:

- Análisis estadístico de una variable
- Análisis estadístico de dos o más variables
- Análisis estadístico de información cualitativa
- Análisis estadístico de series temporales
- Análisis de variaciones temporales en variables

La asignatura es de fundamentos y se imparte en el primer curso, segundo cuatrimestre. Los créditos asignados son 6, es decir 150 horas, y pertenece al área de *Métodos cuantitativos*. En la asignatura de Estadística, la evaluación consiste en un examen presencial que se completa con una prueba previa voluntaria, y que vale 10% de la nota final, si es que se opta por su realización. Dicha prueba se realiza a través de la plataforma.

El objetivo de la asignatura de Informática es orientar al alumno en el desenvolvimiento y manejo de herramientas informáticas que lo ayuden en la gestión de su trabajo en una empresa turística. De destacar es que la asignatura pretende estimular el emprendimiento entre los estudiantes.

Sus contenidos son:

- Tecnologías básicas en subsistemas hardware y software y en redes de comunicación.
- Aplicaciones horizontales.
- Aplicaciones verticales.
- Herramienta *Amadeus*.
- *eBusiness* y comercio electrónico y presencia en redes.

La asignatura se imparte en el cuarto curso, primer cuatrimestre. Los créditos asignados son 6, es decir 150 horas, y pertenece al área de *Ingeniería del Software*. En la asignatura de Informática, la evaluación consiste en un examen presencial que se completa con una práctica obligatoria.

Para lo que tiene que ver con nuestros experimentos, en la primera asignatura hay que destacar que la metodología seguida por el equipo docente es la de permitir y favorecer que los alumnos colaboren entre ellos en la resolución de las dudas tanto conceptuales como relativas a los ejercicios. Por contraste, en la asignatura de Informática, el equipo docente, es partidario de contestar todas las preguntas que aparecen en los foros didácticos.

Tareas y protocolo en ambas asignaturas

Los estudiantes acudirán a los foros siguiendo las recomendaciones de los profesores, buscando ayuda para resolver sus cuestiones y preguntas. Aunque el número de foros suele ser aproximadamente de 10 por curso, uno de ellos es el único no coordinado por los equipos docentes, en él los alumnos se expresan libremente y colaboran entre sí, sin que ningún profesor acuda con sus respuestas o comentarios. El resto se divide en uno por cada unidad didáctica en el que se resuelven dudas y cuestiones relacionadas con ellas, otro foro de consultas generales, otro para dudas administrativas y si es obligatoria la presentación de una práctica habrá otro foro de prácticas. Todos estos foros cuentan con la asistencia y coordinación de los profesores. En la figura 4.3 puede verse el esquema del trabajo seguido con los foros.

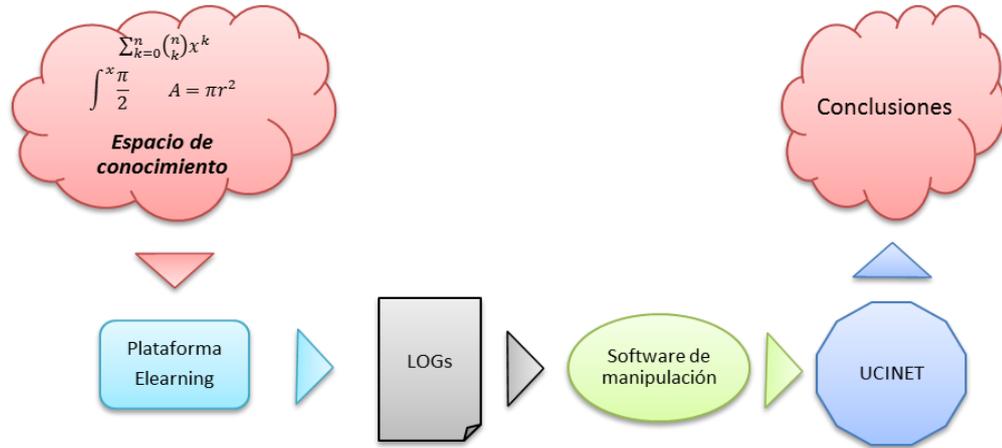


Figura 4.3: Esquema de la metodología empleada en el análisis ARS

Definición de interacción colaborativa

Nos interesa acotar el amplio campo del CSCL y centrarnos en las *Interacciones Colaborativas* (IC). Somos conscientes de que la IC puede ser de muchos tipos y maneras [1], pero para realizar nuestras mediciones y al final extraer conclusiones necesitamos definir con rigurosidad cual va a ser dicha interacción.

La primera característica es que se trata de una *interacción asíncrona* y la segunda se trata de una enseñanza estructurada y dirigida por un curso definido por un equipo docente, del que está a cargo al menos un tutor y alojado dicho curso en un LMS. Entendemos por interacción cada vez que un agente responde a otro en uno de los foros diseñados por dicho equipo docente, bien sea el foro de alumnos (no controlado por el equipo docente) o cualesquiera de los demás foros didácticos que controla dicho equipo.

Para el tratamiento automático de las interacciones tenemos los ficheros *logs* de la plataforma que pueden obtenerse si tenemos permisos de administrador en dicha plataforma, y que necesitan ser procesados para realizar un informe. Para ello disponemos de un software que nos realiza un exhaustivo informe sobre el número de interacciones producidas en total y por cada alumno se dispone del número de agentes con sus nombres que han interactuado con él y con los que él ha interactuado. Además, dicho programa nos suministra ficheros de salida a los que pueden aplicarse directamente herramientas de análisis de ARS (*UCINET* o *Pajek*). Dichas herramientas nos arrojarán los indicadores de ARS que deseamos obtener. La figura ?? nos expresa el esquema del proceso de análisis seguido.

En este capítulo vamos a ver cómo la teoría del ARS puede ser aplicada sobre las distintas métricas de cada grupo o al conjunto de una red social. Veremos cómo los diferentes indicadores, definidos con anterioridad, pueden ser muy útiles a la hora de hacer destacar una cualidad individual o del grupo, en un momento concreto, sobre un determinado tema.

4.3.3. Herramienta UCINET

Para el análisis sobre las diferentes redes sociales utilizaremos la herramienta software llamada *UCINET*.

La herramienta fue desarrollada por el grupo investigador en ARS de la Universidad de California, *Irvine* (UCI). La herramienta trabaja con un sistema de menús y submenús, y permite además del cálculo de los principales indicadores, el acceso al cálculo de medidas de caminos, distancias y geodésicas. Se tiene acceso a técnicas de detección de $n - uniones$, $n - clanes$, y a la vez componentes simples, cíclicos y $k - centros$. También es posible el análisis posicional con algoritmos que la herramienta trae implementados. Además, y complementarios a las medidas teóricas de los grafos, se dispone también de la posibilidad de obtener medidas estructurales de equivalencia. Las salidas de estos procedimientos pueden ser procesadas por un plóter como diagrama de dispersión.

Se trata de un paquete completo para el análisis de datos de redes sociales, así como otros datos. Puede leer y escribir una gran cantidad de archivos de texto con formato diferente, así como archivos en formato *Excel*. Dicho software incluye métodos de análisis de redes sociales, como puede ser el análisis de los diferentes indicadores comentados en apartados anteriores, o el análisis estadístico basado en la permutación. Además, el paquete tiene potentes rutinas de análisis sobre matrices, tales como álgebra matricial y estadística multivariante. Aunque proporciona diferentes metodologías de trabajo, será utilizado para el análisis de los diferentes indicadores y para la representación visual de los actores dentro de la red, con las relaciones existentes entre estos. Presenta una interfaz sencilla, pero a su vez con un gran potencial.

UCINET como cualquier otro software de análisis, necesita datos para su tratamiento. Es por ello que la misma herramienta proporciona una plantilla en blanco donde se pueden colocar cada uno de los datos a analizar. Pero no es este el camino seguido, dado que eso sería un trabajo muy tedioso para grandes volúmenes de datos. Necesitamos dar como entrada un fichero con un formato adecuado.

En lo que sigue se muestra cómo sería este formato admisible. Es decir, aquel que la herramienta utiliza para realizar a continuación el análisis sobre

los indicadores. En nuestro caso este formato lo hemos obtenido mediante una herramienta software que transforma los datos extraídos del sistema.

```
dl n = 35 format = e11
```

```
labels embedded
```

```
data:
```

```
almn1 alumn2 1
```

```
almn3 admin 7
```

```
almn4 almn2 2
```

```
almn2 almn5 19
```

```
.....
```

Los datos de salida de *UCINET* cuentan con un gran número de posibles metodologías de análisis. Independientemente del análisis que realicemos sobre los datos, los resultados siempre serán devueltos en un nuevo formato de fichero, en este caso una hoja de texto plano, legible por el usuario o investigador. El formato puede verse en lo que sigue. Este tipo de ficheros sirve como base para posteriores análisis, dado que mantienen un formato del que es posible obtener conclusiones.

```
FREEMAN'S DEGREE CENTRALITY MEASURES
```

```
-----
```

```
Diagonal valid NO
```

```
Model: ASYMMETRIC
```

```
Input dataset: UCINET_CPEDI015
```

```
1 2 3 4
```

```
OutDegree InDegree NrmOutDeg NrmInDeg
```

```
-----
```

| | | | | | |
|-----|-----------|---------|---------|-------|-------|
| 2 | ED99999A1 | 166.000 | 138.000 | 5.100 | 4.240 |
| 21 | almn1 | 46.000 | 40.000 | 1.413 | 1.229 |
| 29 | almn2 | 36.000 | 26.000 | 1.106 | 0.799 |
| 133 | almn3 | 35.000 | 26.000 | 1.075 | 0.799 |
| 190 | alm4 | 33.000 | 26.000 | 1.014 | 0.799 |
| 40 | alm5 | 25.000 | 20.000 | 0.768 | 0.614 |

4.3.4. Técnicas estadísticas del análisis

El tratamiento estadístico al que va a someterse a los datos será:

- *Análisis de la correlación*

1. *Bivariada*, que permite conocer si dos parámetros tienen relación entre sí, el grado de fortaleza de esa relación y si es directa o inversa. El nivel de significación: indica si existe o no relación entre dos variables. Cuando la significación es menor de 0,05, sí existe correlación significativa. Si existe correlación significativa, se puede estudiar el coeficiente de correlación, este coeficiente puede oscilar entre -1 y +1. Cuanto más se aleja de cero, su valor absoluto, más fuerte es la relación entre las dos variables. El signo (positivo o negativo) de la correlación indica si la relación es directa o inversa. Seguiremos el modelo de correlación de *Pearson*, que es el más adecuado, cuando las variables siguen la curva normal, por ello, es la opción que asumiremos. *Sig* (bilateral) es un parámetro que acompaña, y es un valor que permite decidir la aceptación o no de la hipótesis nula. Es la significación muestral de la hipótesis nula, es decir, el *p - valor*.
2. *Parcial*, el coeficiente de correlación parcial de primer orden, formulado $r_{ab.c}$, permite conocer el valor de la correlación entre dos variables *a* y *b*, si la variable *c* permanece constante, para las observaciones estudiadas.

- *Análisis de la Fiabilidad*, pertenece al llamado *Análisis de la Escala*, permite estudiar las propiedades de las escalas de medición y de

los elementos que componen las escalas. El procedimiento calcula un número de medidas de fiabilidad de escala que se utilizan normalmente y también proporciona información sobre las relaciones entre elementos individuales de la escala. Es decir, permite conocer la precisión en la medida de los datos. En nuestro estudio trabajaremos con el modelo de fiabilidad *alfa de Cronbach* que no es un estadístico al uso, por lo que no viene acompañado de ningún *p-valor* que permita rechazar la hipótesis de fiabilidad en la escala. No obstante, y como criterio, cuanto más se aproxime a su valor máximo, 1, mayor es la fiabilidad de la escala. Además, se considera que valores del *alfa* superiores a 0,7 o 0,8 (dependiendo de la fuente) son suficientes para garantizar la fiabilidad de la escala. El método de consistencia interna basado en el *alfa de Cronbach* permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan la misma dimensión teórica. La validez de un instrumento se refiere al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir. Y la fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede estimar con el *alfa de Cronbach*. La fiabilidad de la escala debe obtenerse siempre con los datos de cada muestra concreta, para garantizar la medida fiable en la investigación.

- *Estadísticos descriptivos*, es decir, las frecuencias de los datos. Para el cálculo del resumen de estadísticos, se realiza un análisis de forma individual por cada una de las variables, obteniendo de esta manera valores como la media, el valor mínimo, el valor máximo, la desviación estándar y la varianza.
- *Análisis χ^2* , la prueba χ^2 de Pearson se considera una prueba no paramétrica que mide la discrepancia entre una distribución observada y otra teórica (*bondad de ajuste*), indicando en qué medida las diferencias existentes entre ambas, de haberlas, se deben al azar en el contraste de hipótesis. También se utiliza para probar la independencia de dos variables entre sí, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia.

La fórmula que da el estadístico es la siguiente:

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(\text{observada}_i - \text{teórica}_i)^2}{\text{teórica}_i} \quad (4.7)$$

Cuanto mayor sea χ^2 , mayor su numerador y mayor la diferencia, por tanto a valores próximos a cero tendremos un buen ajuste.

- *Contraste de hipótesis*, que pertenece a la rama de la *Inferencia Estadística* y consiste en un conjunto de métodos que se fundamentan en la *Teoría de la Probabilidad* y que tienen por finalidad generalizar los resultados, obtenidos mediante una muestra, a toda una población. Los contrastes de hipótesis son procedimientos para aceptar o rechazar una hipótesis que se emite acerca de un parámetro u otra característica de la población. Las etapas del proceso suelen ser:
 1. El investigador formula una hipótesis sobre un parámetro poblacional, por ejemplo que toma un determinado valor.
 2. Selecciona una muestra de la población.
 3. Comprueba si los datos están o no de acuerdo con la hipótesis planteada, es decir, compara la observación con la teoría.

Si lo observado es incompatible con lo teórico entonces el experimentador puede rechazar la hipótesis planteada y proponer una nueva teoría. Si lo observado es compatible con lo teórico entonces el experimentador puede continuar como si la hipótesis fuera cierta. Normalmente se define:

H_0 : Hipótesis Nula es la hipótesis sobre la que se desea decidir

H_1 : Hipótesis Alternativa es la hipótesis que se acepta, si se rechaza la hipótesis nula. Generalmente la hipótesis alternativa es la negación de la hipótesis nula.

Un Contraste o Test de Hipótesis es un procedimiento mediante el cual nos decidimos por H_0 o por H_1 .

Este tipo de análisis, podría usarse -en particular- para saber si los contrastes (enfrentamientos) entre dos variables son dependiente o independientes. Para ello nos basamos en las hipótesis, es decir, si se da la hipótesis nula, estaremos hablando de variables independientes mientras que si se da la hipótesis alternativa serán dependientes. Para el cálculo de las hipótesis es necesario disponer del valor de χ^2 de la muestra.

$$\chi^2 > ValorCritico \text{ No se rechaza } H_0$$

$$\chi^2 < ValorCritico \text{ Se acepta } H_1$$

- *Intervalos de confianza*, en general, hablamos de intervalo de confianza cuando tenemos un par o varios pares de números entre los cuales se

estima que estará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Estos números dan lugar a un intervalo, que se calcula a partir de datos de una muestra, y el valor desconocido es un parámetro poblacional. La probabilidad de éxito en la estimación se representa con $1 - \alpha$ y se denomina nivel de confianza. En estas circunstancias, α es el llamado error aleatorio o nivel de significación, esto es, una medida de las posibilidades de fallar en la estimación mediante tal intervalo.

El nivel de confianza y la amplitud del intervalo varían conjuntamente, de forma que un intervalo más amplio tendrá más probabilidad de acierto (mayor nivel de confianza), mientras que para un intervalo más pequeño, que ofrece una estimación más precisa, aumenta su probabilidad de error.

Para la construcción de un determinado intervalo de confianza es necesario conocer la distribución teórica que sigue el parámetro a estimar θ . Es habitual que el parámetro presente una distribución normal. También pueden construirse intervalos de confianza con la *desigualdad de Chebyshev*.

En definitiva, un intervalo de confianza al $1 - \alpha$ por ciento para la estimación de un parámetro poblacional que sigue una determinada distribución de probabilidad, es una expresión del tipo $[\theta_1, \theta_2]$ tal que,

$$P[\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2] = 1 - \alpha$$

P es la función de distribución de probabilidad de θ .

Para el cálculo de los intervalos entre los cuales se debería de encontrar un valor para que este se considerase correcto, previamente necesitamos conocer si esta variable está bien normalizada.

Herramienta SPSS

La herramienta informática usada para llevar a cabo el análisis estadístico ha sido el software SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*), que constituye un referente en el análisis de datos. Una de sus ventajas es que permite el trabajo tanto con un número pequeño de elementos como con grandes bases de datos. Su nacimiento data de 1970, en que se redactó su primer manual, y estaba pensado para trabajar con ordenadores potentes. Enseguida se popularizó en el mundo universitario, y fue en 1984 cuando aparece su primera versión para PCs. Ya en la versión doceava se pudieron tratar volúmenes con dos millones de registros y 250.000 variables. El

programa consta de un núcleo básico y módulos añadidos que se actualizan continuamente. La versión usada en el análisis ha sido la vigésimo tercera.

4.4. Resultados Experimentales

Vamos a presentar en esta sección un conjunto de experimentos basados en los datos obtenidos de las asignaturas anteriormente descritas en la sección 4.3.2. En primer lugar observemos la tabla 4.2 en la que aparecen los nodos y las interacciones de los ficheros relacionados con los datos de los alumnos que van a intervenir en nuestros experimentos. Hemos descrito las asignaturas que intervienen en ellos y el sentido de la primera columna. Puede observarse de una manera bastante evidente que en todas las asignaturas y en todos los cursos, los nodos y las interacciones son muy superiores en los foros supervisados que en los foros no supervisados.

| Asignatura | Nodos Foro Alumnos | Interacciones Foro Alumnos | Nodos Foro supervisado | Interacciones Foro supervisado |
|------------|--------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------|
| E13 | 31 | 58 | 55 | 223 |
| E14 | 36 | 147 | 63 | 96 |
| E15 | 33 | 199 | 58 | 187 |
| I14 | 86 | 297 | 152 | 755 |
| I15 | 127 | 359 | 224 | 815 |

Tabla 4.2: Fuente de datos

Los datos que van a ser objeto de nuestros experimentos aparecen en la tabla 4.3. Se incluyen los indicadores de *indegree*, *outdegree*, la *media degree*, la densidad y la intermediación. Como se puede observar, para la prueba se han tomado seis ficheros o documentos previamente tratados. Dichos ficheros han sido obtenidos de los cursos virtuales anteriormente descritos, en concreto de las asignaturas de Estadística (E) para los cursos 2013, 2014 y 2015, e Informática (I) para los cursos 2014 y 2015. En ambos casos se presentan foros exclusivamente de alumnos (EA e IA) y foros donde también interviene el equipo docente (EED y IED).

La pregunta fundamental a la que se pretende dar respuesta es: *¿Cómo afecta el seguimiento de los profesores en la colaboración entre alumnos?*

Para ello, nos planteamos las siguientes cuestiones que se desarrollan en los cuatro experimentos que siguen:

| Asignatura | Ind. | Out. | M. Degree | Densidad | Intermediación |
|------------|--------|--------|-----------|----------|----------------|
| EA13 | 0,1769 | 0,1103 | 1,688 | 0,0544 | 11,62 |
| EED13 | 0,3875 | 0,298 | 3,029 | 0,0445 | 34,82 |
| EA14 | 0,2372 | 0,2168 | 2,374 | 0,0475 | 17,8 |
| EED14 | 0,3432 | 0,4432 | 2,262 | 0,0552 | 31,42 |
| EA15 | 0,2785 | 0,4188 | 3,119 | 0,0538 | 25,18 |
| EED15 | 0,4879 | 0,4879 | 4,423 | 0,1195 | 12,97 |
| IA14 | 0,231 | 0,2673 | 2,589 | 0,0233 | 29,97 |
| IED14 | 0,6211 | 0,707 | 3,844 | 0,0177 | 45,61 |
| IA15 | 0,12 | 0,2722 | 2,436 | 0,0175 | 22,16 |
| IED15 | 0,432 | 0,6095 | 3,56 | 0,0166 | 41,11 |

Tabla 4.3: *indegree*, *outdegree*, densidad e intermediación de las asignaturas de Estadística e Informática

1. *¿Se observan diferencias en el grado de colaboración en los foros no supervisados por profesores?*
2. *¿Se observan diferencias en el grado de colaboración en los foros supervisados por profesores?*
3. *¿Hay un potencial básico de colaboración independientemente de la metodología?*
4. *¿Cómo evoluciona la relación entre el grado de supervisión y la colaboración en el tiempo?*

Estas preguntas se ven motivadas e influenciadas por las dos consideraciones ya nombradas:

- La diferencia de metodología en las asignaturas de Informática y Estadística.
- La circunstancia de que en la asignatura de Estadística tenemos la posibilidad de analizar una secuencia de tres cursos.

4.4.1. Experimento 1

En este primer experimento abordaremos la colaboración entre los alumnos únicamente en foros no coordinados por ningún docente y en las asignaturas de Estadística e Informática. Para ello nos basaremos en la tabla

4.4. En la figura 4.4, podemos ver un esquema de los foros utilizados en el experimento.

Hay que tener en cuenta que se trata de foros que descansan únicamente en la colaboración que pueda producirse entre los alumnos. Allí se intercambiará información, enlaces, bibliografía, ejercicios, conceptos y orientaciones. En manera alguna ningún docente intervendrá. También hay que considerar que los alumnos disponen de otro foro de *cafetería* para intercambiar saludos e información al margen de lo estrictamente académico, este foro no ha aparecido en nuestro análisis, al no tener significación académica. Por último, anotemos que los cursos y por ende los foros, mantienen algunos alumnos del curso anterior, al verse obligados estos a volver a cursar la asignatura.

| Asignatura | Indegree | Outdegree | Densidad | Intermediación |
|------------|----------|-----------|----------|----------------|
| EA13 | 0,1769 | 0,1103 | 0,0544 | 11,62 |
| EA14 | 0,2372 | 0,2168 | 0,0475 | 17,8 |
| EA15 | 0,2785 | 0,4188 | 0,0538 | 25,18 |
| IA14 | 0,231 | 0,2673 | 0,0233 | 29,97 |
| IA15 | 0,12 | 0,2722 | 0,0175 | 22,16 |

Tabla 4.4: *indegree*, *outdegree*, densidad e intermediación de las asignatura de Estadística e Informática con datos únicamente de los foros de alumnos

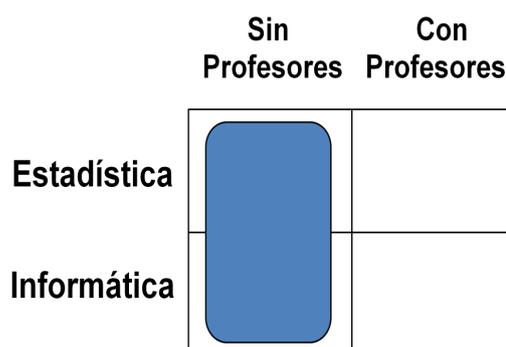


Figura 4.4: Análisis de la colaboración entre los foros de alumnos sin supervisión de los docentes

Hemos de tener en cuenta que lo que en esta sección interesa analizar es cómo los alumnos, sin contar con la ayuda de profesor alguno, son capaces de exponer ideas, pedir ayuda, responder y en definitiva construir conocimiento

juntos. Todo esto constituye un buen ejemplo de lo que venimos denominando como aprendizaje colaborativo. Para ello tomamos ejemplo de dos asignaturas que se imparten a distancia, con metodologías distintas, por los equipos docentes que los dirigen. Una, Estadística, partidarios de que los alumnos colaboren activamente y por su cuenta, la otra, Informática, en la que el equipo docente es firmemente partidario de supervisar en todo momento el aprendizaje y las prácticas pedidas.

Y volviéndonos a formular la pregunta de *¿Se observan diferencias en el grado de colaboración en los foros no supervisados por profesores?*, los resultados experimentales que hemos realizado arrojan:

1. Un valor para la *correlación de Pearson* que trata de medir la independencia entre *outdegree* e *indegree*, en el caso de la Estadística de 0,960 y en el de la Informática de -1 .
2. En cuanto al valor del *Alfa de Cronbach* que mide la fiabilidad obtenemos respectivamente, los valores, de 0,723 y -0,193.
3. Los valores de la correlación parcial estudiando la independencia de variables de *indegree* y *utdegree* frente a variable de Control *mediadegree* son en Estadística 1 e igualmente si se considera como variable estática la Intermediación.
4. Los datos correspondientes a Estadística pueden ser normalizados encontrándose que los intervalos de confianza se encuentran en los valores: $[0,1039, 0,3578]$ para *indegree* y para *outdegree* $[-0,1406, 0,6379]$, resultando que ambos indicadores tienen valores que pertenecen a los intervalos respectivos.

De este análisis obtenemos que en la asignatura Estadística la colaboración entre alumnos crece y lo hace en un sentido tanto de petición de ayuda como de proporcionarla. La densidad de la red se mantiene y se produce un incremento notable de la intermediación y de los indicadores *indegree* y *outdegree*. También observamos la muy alta correlación entre los indicadores *indegree* y *outdegree* en los foros de alumnos de Estadística. Por el contrario, en la asignatura de Informática ocurre todo lo contrario, la correlación es negativa. En el primer caso la herramienta se utiliza con reciprocidad (petición de ayuda y también emisión de respuesta), mientras que en el segundo, debido a la diligencia del equipo docente, las dudas quedan acotadas y cerradas desde los primeros momentos. Como resumen del análisis estadístico presentado, podemos decir que los foros de estudiantes en la asignatura de Estadística aportan dependencia entre *indegree*, *outdegree* e intermediación,

lo cual tiene gran importancia desde el punto de vista de la colaboración. Se solicita ayuda y se obtiene, y ciertas respuestas y discusiones sirven de puente a otras. En cambio en la asignatura de Informática, el tratamiento estadístico no aporta estos resultados.

Como resultado del análisis se han obtenido las siguientes conclusiones:

- *Mayor autonomía para los alumnos implica más colaboración.*
- *El uso de tecnologías que den soporte a la colaboración no asegura por sí mismas que dicha colaboración se produzca de manera efectiva.*

4.4.2. Experimento 2

En esta sección se pretende contrastar los foros coordinados por docentes en ambas asignaturas. La razón de iniciar esta experiencia ha sido contrastar, una vez más, las metodologías aportadas por las distintas asignaturas que han sido tratadas en las secciones anteriores. Para ello nos basamos en los datos estudiados y reflejados en la tabla 4.5. En estos foros los profesores

| Asignatura | Indegree | Outdegree | Densidad | Intermediación |
|------------|----------|-----------|----------|----------------|
| EED13 | 0,3875 | 0,298 | 0,0445 | 34,82 |
| EED14 | 0,3432 | 0,4432 | 0,0552 | 31,42 |
| EED15 | 0,4879 | 0,4879 | 0,1195 | 12,97 |
| IED14 | 0,6211 | 0,707 | 0,0177 | 45,61 |
| IED15 | 0,432 | 0,6095 | 0,0166 | 41,11 |

Tabla 4.5: *inDegree*, *outDegree*, densidad e intermediación de las asignatura de Estadística e Informática con datos únicamente de los foros coordinados por equipos docentes

intervendrán, y de acuerdo a sus metodologías, en el foro para orientar, responder, corregir y revisar las preguntas y respuestas de los alumnos. Lo que interesa, en este experimento, es ver como se produce la colaboración entre estudiantes y profesores y en un contexto en los que los últimos juegan un papel destacado al tener la última palabra sobre conceptos y orientaciones. En la figura 4.5, podemos ver un esquema del del tipo de foros que cubre el experimento.

Recuperando la pregunta de *¿Se observan diferencias en el grado de colaboración en los foros supervisados por profesores?*, se obtiene después de las técnicas de análisis aplicadas:

| | Sin Profesores | Con Profesores |
|-------------|----------------|----------------|
| Estadística | | |
| Informática | | |

Figura 4.5: Análisis de la colaboración entre los foros con supervisión de los docentes

1. La relación entre los indicadores *indegree* y *outdegree* en los foros coordinados por equipos docentes en la asignatura de Informática arroja una correlación perfecta y positiva y con valor 1. También es positiva la correlación en los foros coordinados de Estadística, si bien no tan perfecta como en el caso anterior, su valor 0,433.
2. La fiabilidad de los datos provenientes de los foros coordinados por docentes es muy positiva, alcanzando el valor de cotas 0,898, en la asignatura de Informática. Lo mismo ocurre en los mismo foros, aunque con un *índice de Conbrach* menor en Estadística, 0,586.
3. Si se analiza la hipótesis de dependencia entre las variables de *indegree* y *outdegree* de los cursos de las dos asignaturas con presencia del equipo docente, aplicando χ^2 se concluye la dependencia entre los Indicadores estudiados y en este caso en las dos asignaturas.
4. En cuanto a los estadísticos descriptivos se observa, como aspecto más significativo, el que las desviaciones típicas de los foros coordinados de Informática son muy pequeñas en lo relativo a la intermediación y *outdegree*, siendo mayores en el indicador *indegree*. Lo inverso ocurre en Estadística.
5. Los indicadores *indegree*, *outdegree* e intermediación se mantienen más altos en los foros de Informática, en cambio la densidad es más alta en Estadística.

Como resultado del análisis se han obtenido las siguientes conclusiones:

- *El seguimiento exhaustivo y sistemático de la demanda de ayuda, por parte de los profesores, eleva los indicadores pero no la participación.*

- Cuando los profesores intervienen con rotundidad en los foros se incrementan los agentes intermedio en la colaboración.

4.4.3. Experimento 3

A lo largo de los experimentos anteriores 4.4.1 y 4.4.2 nos ha guiado el deseo de averiguar indicios que nos respondan a la pregunta de si la intervención del equipo docente favorece o no la colaboración entre los estudiantes y en su caso qué actitud puede beneficiarla.

En esta sección nos interesa contrastar la colaboración producida en las dos asignaturas y teniendo en cuenta los foros de uno y otro tipo. Para ello nos basaremos en la tabla 4.3. No perdemos de vista, en nuestro análisis, la diferencia de metodología en ambas asignaturas. Partimos de la premisa que, en Informática, se trata de un equipo docente que ejerce un control y seguimiento y trabajo extraordinario, a través de la plataforma. Y que por el contrario en Estadística, se aguarda (en los foros coordinados por profesores) a que sean los alumnos quienes aporten las primeras soluciones y aproximaciones a conceptos y problemas. En la figura 4.6, podemos ver un esquema del del tipo de foros que cubre el experimento.

La pregunta que nos formulamos ante esta situación es: *¿Hay un potencial básico de colaboración independientemente de la metodología?*, los resultados que nos arroja el análisis:

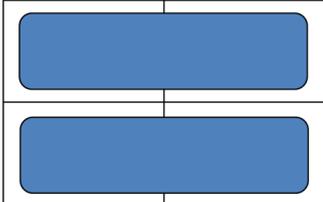
| | Sin Profesores | Con Profesores |
|-------------|---|----------------|
| Estadística |  | |
| Informática | | |

Figura 4.6: Análisis de la colaboración entre los foros de alumnos y con supervisión de los docentes en las dos asignaturas

1. Existe una fuerte dependencia entre *indegree* y *outdegree* en todos los foros de la asignatura de Estadística, en cambio solo ocurre esto en los foros coordinados por profesores en Informática (correlación con valor 1), en el foro de alumnos hay una correlación inversa con valor -1).

2. En la asignatura de Informática los indicadores son superiores (en general) a los de Estadística excepto el de densidad.
3. La intermediación en los foros de Informática muestran una pequeña dispersión frente a los de Estadística en que la dispersión es mayor.
4. La fiabilidad de los datos es total en todos los foros, salvo los de estudiantes de Informática, la razón podría ser, que al sentirse fuertemente respaldados por sus profesores los accesos y los indicadores que arrojan son mucho más dispares.
5. La dependencia parcial entre *indegree* y *outdegree* manteniendo estática la intermediación también se mantiene en la asignatura de Estadística y con valor 1.

En la figura 4.7, podemos ver para la Intermediación el contraste entre las asignaturas de Informática y Estadística.

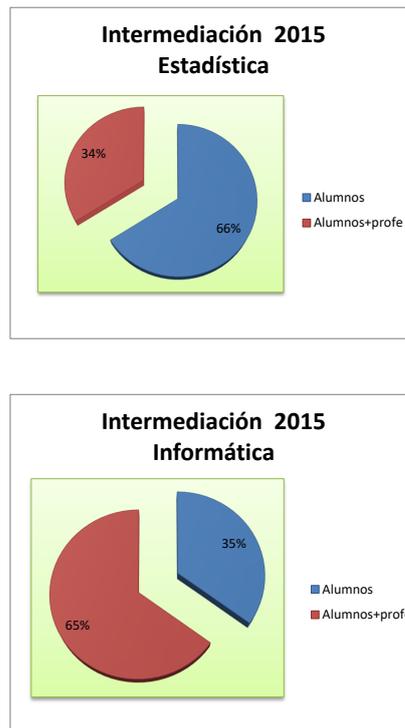


Figura 4.7: Contraste de la intermediación entre las asignaturas de Estadística e Informática en foros coordinados por docentes durante el curso de 2015

Como resultado del análisis se han obtenido las siguientes conclusiones:

- *Una metodología con fuerte implicación del equipo docente no favorece redes muy participativas pero sí con gran intermediación.*
- *Una metodología con fuerte implicación del equipo docente configura redes con un claro predominio de outdegree sobre indegree, lo recíproco no tiene por qué ser cierto.*
- *Una metodología sin una fuerte implicación de los profesores hace que las interacciones en los foros se realicen con reciprocidad, petición de ayuda y emisión de respuesta.*

4.4.4. Experimento 4

En este apartado veremos la evolución temporal en la asignatura de Estadística para ver lo que ARS nos arroja sobre la participación de los alumnos y su colaboración bajo la perspectiva de la evolución temporal.

Se ha seleccionado esta asignatura frente a la de Informática por tener datos pertenecientes a tres cursos y considerar que a la hora de la evolución temporal puede arrojar resultados más interesantes al análisis. Además hay que tener en cuenta que en todos los foros de esta asignatura los estudios de fiabilidad son positivos. Alcanzando los valores de 0,723 en los foros de alumnos y 0,586 en los de alumnos y profesores. Y por último, estos datos pasan las Pruebas de Normalidad, previas para poder acudir a los intervalos de confianza.

No obstante, todo el estudio realizado se ha venido viendo con el contraste entre foros de alumnos y los coordinados por profesores, por ello no abandonaremos en este caso esta perspectiva. Y nos referimos en todos los casos a los datos presentes en la tabla 4.6. Y en la figura 4.8, puede verse un esquema del tipo de foros que cubre el experimento. Es decir, vamos a centrarnos en la asignatura de Estadística y sólo en ella y a analizar conjuntamente los foros tanto de estudiantes como de profesores.

La pregunta que nos formulamos ante esta situación es: *¿Cómo evoluciona la relación entre el grado de supervisión y la colaboración en el tiempo?*, y los resultados son:

1. La relación (Pearson) entre los indicadores *indegree* y *outdegree*, que es positiva en los foros de toda la asignatura, aunque la correlación es mucho más fuerte en los foros de alumnos y a lo largo del tiempo. También, si se mantienen estáticas las variables *mediadegree* e *intermediación*, las variables *indegree* y *outdegree* siguen manteniendo una correlación positiva y casi perfecta, en la asignatura de Estadística, tanto en los foros con docentes como en los foros de estudiantes. También

| Asignatura | Indegree | Outdegree | Densidad | Intermediación |
|------------|----------|-----------|----------|----------------|
| EA13 | 0,1769 | 0,1103 | 0,0544 | 11,62 |
| EED13 | 0,3875 | 0,298 | 0,0445 | 34,82 |
| EA14 | 0,2372 | 0,2168 | 0,0475 | 17,8 |
| EED14 | 0,3432 | 0,4432 | 0,0552 | 31,42 |
| EA15 | 0,2785 | 0,4188 | 0,0538 | 25,18 |
| EED15 | 0,4879 | 0,4879 | 0,1195 | 12,97 |

Tabla 4.6: *indegree*, *outdegree*, densidad e intermediación de las asignatura de Estadística en ambos tipos de foros y siguiendo su evolución temporal

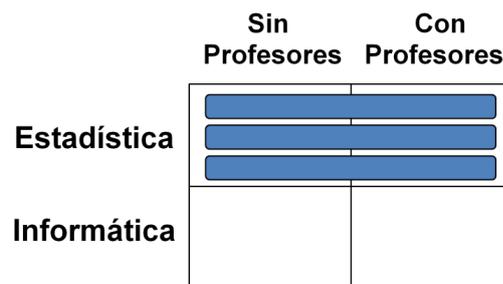


Figura 4.8: Análisis de la colaboración entre los foros de alumnos y con supervisión de los docentes en la asignatura de Estadística y desde el punto de vista de la evolución temporal

el contraste de hipótesis nos confirma la dependencia entre *indegree* e intermediación.

2. Como se produjo normalidad previa en los datos para ambos foros, es posible recurrir al estudio de los intervalos de confianza, encontramos que los valores obtenidos son para *indegree* y *outdegree* respectivamente: $[0,1039 \ 0,3578]$ y $[-0,1406 \ 0,6379]$, obteniéndose que en los tres años de nuestro estudio esto se cumple, en los foros de estudiantes. Si acudimos a los coordinados por el equipo docente, se obtienen los intervalos: $[0,2220 \ , \ 0,5904]$ para el *indegree* y $[0,1631 \ , \ 0,6563]$ para el *outdegree*. Los valores de ambos indicadores están presentes también en todos los cursos objetos de estudio.
3. Analizando ahora el indicador de la densidad se observa que la tendencia a lo largo de los últimos años está marcada por un fuerte crecimiento en la participación en foros donde los profesores y los alumnos intervienen conjuntamente. Datos reflejados por el incremento de la población en esta red, que es lo que hemos definido como densidad. En el gráfico de barras se observa como en 2013 el uso del foro con la coordinación de un profesor era menor que en la ausencia de este. Pero en 2014 ya se nota un crecimiento. Es de destacar ya en 2015 como la participación de un profesor en el foro de la asignatura hace que más de un 50 % de la Densidad de la red se localice en este foro (donde la actividad es fruto de los alumnos y del profesorado de la asignatura).
4. Analicemos lo aportado por los sociogramas, y lo que puede apreciarse en la figura 4.9. Hemos querido mostrar en ella los datos del año 2013 de foros de alumnos y los de 2015 con foros de alumnos y profesores. En el primero, se puede ver una red muy pobre, es decir, no intervienen un gran número de actores, lo que provoca que el número de conexiones no sea muy alto. En 2015, y continuando con foros únicamente de estudiantes, algo cambia, la red se unifica, y todos sus actores, exceptuando algunos que no tienen actividad, pasan a formar parte de la misma red, se eliminan por completo las redes periféricas. Es llamativo, dado que cada actor mantiene una relación con otro que pertenece a la red. Si analizamos con detenimiento este caso, se observa como durante los dos primeros años del estudio, se mantiene en unos niveles más o menos estables, el número de actores y las diferentes relaciones que existen entre estos.
5. En cuanto al indicador de la Intermediación y atendiendo a su evolución temporal hay que establecer la comparación con la presencia o no de

los profesores. En el primer curso, el volumen de conexiones en la red pertenece prácticamente con un 75 % a los docentes, mientras que la conexión intermedia producida por únicamente los alumnos refleja un aún débil 25 %. En el curso siguiente se observa como los alumnos empiezan a ganar terreno más notablemente dentro de la red, y por tanto el grado de conectividad intermedia va en aumento. Por último si se analiza el 2015 la evolución es evidente. Los alumnos han pasado en tres cursos de representar un 25 % de la intermediación producida en la red, a representar un notable 66 %.

6. En relación a los estadísticos descriptivos se observa, como aspecto más significativo, que si se comparan foros de alumnos y coordinados por docentes el indicador *outdegree* está mejor distribuidos (desviación típica) en los foros segundos, con la intermediación ocurre lo contrario y en cuanto al *indegree* está igualmente distribuido en ambos foros. También que los parámetros (frecuencias, mediana, media, valor mínimo, valor máximo, desviación estándar y la varianza) son más altos en los segundos.

Las conclusiones que se obtienen del estudio de estos datos:

- *Una metodología en la que pretende potenciarse la autonomía del alumno hace que la demanda de ayuda evolucione con un alto incremento del indegree y parejo con una disminución de la Intermediación en los foros en los que intervienen los profesores.*
- *Con esta metodología la participación tiende a crecer en los foros supervisados, no necesariamente la colaboración.*
- *Estas metodologías hacen que las redes, en los foros supervisados, evolucionan hacia una gran estructuración*

4.5. Conclusiones

A lo largo del capítulo se han ido resaltando las conclusiones más a destacar, sirva esta sección de resumen a lo expuesto. Para ello, vamos a enumerar los siguientes resultados.

- El método combinado de Análisis de Redes Sociales y su posterior tratamiento estadístico es capaz, vía los indicadores, de detectar si se produce colaboración en los alumnos, si dicha colaboración está más volcada en la demanda o en las respuestas y si se está produciendo una

participación importante de todo el grupo vía el indicador de Intermediación.

- El tratamiento estadístico es capaz de detectar la dependencia entre indicadores, con la importancia de este extremo en la colaboración. También calcula la fiabilidad de los datos obtenidos de los ficheros extraídos de las plataformas y analiza también la dispersión.
- El análisis de los resultados pone en evidencia que el uso de las TIC no necesariamente implica innovación docente, esta depende de la metodología seguida en el diseño del desarrollo de la asignatura.
- Gracias a los indicadores y al cálculo de sus máximos, es posible detectar los alumnos más activos, pudiendo el equipo docente contar con la colaboración de la figura del *alumno de apoyo en red*, que además de ayudar a los compañeros puede favorecer la cooperación entre todos.
- Con un simple contraste entre los principales indicadores encontrados, es posible comparar la actividad entre foro de alumnos y coordinados por el equipo docente, para tratar de incidir en uno u otro sentido, incluso modificar la metodología diseñada en un primer momento.
- Es posible evaluar de una manera cómoda, rápida y sobre todo rigurosa la evolución de la colaboración a lo largo de una secuencia temporal de cursos de una misma asignatura.
- Es posible conocer de una manera rápida y rigurosa el contraste entre el trabajo de los foros con el equipo docente.

Conclusiones

Como se ha mencionado a lo largo de esta memoria de tesis, los Sistemas Virtuales de Formación forman ya parte de la vida de todos los relacionados con el mundo del aprendizaje. Esto hace que la tecnología educativa se constituya en una buena disciplina para estudiar e investigar sobre ella. Se ha insistido, en la redacción de la memoria, en la necesidad de apoyarse en análisis, experimentos, desarrollo de heurísticas y métodos que den el valor añadido a todo lo que la tecnología será capaz de aportar.

Por otra parte, observamos, que una buena distribución del diseño de los cursos puede ayudar a frenar lo que es un problema considerable de la Universidad española: el abandono temprano de los estudios de grado.

Parece claro que la tecnología educativa puede simular de una manera muy exitosa a las bibliotecas tradicionales, sin embargo el gran logro, a nuestro entender, estará en conseguir implementar la creatividad y frescura de una clase entre profesores y alumnos.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, las principales aportaciones contenidas en esta memoria de tesis son las siguientes:

1. Se ha desarrollado una heurística para analizar y evaluar las interacciones que se producen en un curso virtual usando la herramienta asíncrona del foro para tratar de sacar conclusiones del trabajo colaborativo que puede producirse en un campus virtual. Su notación formal, entendemos constituye una auténtica métrica en el desarrollo y evolución de los cursos virtuales.
2. Se ha realizado una revisión sistemática de los métodos de CSCL y se ha identificado que el grupo es lo que debe constituirse como unidad de análisis, en algunos estudios anteriores se han tenido en cuenta otras variables que en realidad no son independientes.
3. Se han desarrollado un conjunto de metodologías que guiarán el diseño de un curso virtual, de un curso MOOC y de un repositorio o almacén de Objetos de Aprendizaje.

4. Se ha realizado una revisión sistemática de los estándares de *eLearning* pero con la finalidad de desarrollar una metodología que permita clasificar las distintas herramientas que han de usarse para conseguir unos determinados objetivos didácticos. Y esto a la luz de la colaboración y la adaptación.
5. Como fruto de la revisión sistemática de los estándares de tecnología educativa se ha desarrollado un *modelo de análisis para el soporte metodológico* de los cursos virtuales.
6. También se ha desarrollado un *modelo de análisis para el soporte tecnológico* de los cursos virtuales, en este caso se ha estudiado concienzudamente la herramienta colaborativa LAMS y la plataforma Sakai.
7. Se ha desarrollado un modelo de actuación y aplicación para desarrollar la colaboración con la herramienta LAMS.
8. Con la aplicación de técnicas del ARS se ha elaborado un método capaz de establecer una evaluación de la colaboración que se produce en un curso *online* a través de las interacciones colaborativas que se desarrollan en los foros didácticos. Se han usado indicadores del análisis de redes sociales y procesamiento estadístico. Esto ha constituido un método novedoso dentro de CSCL, y permite analizar el papel de los docentes y directores de los cursos en la colaboración que puede darse, o no, entre los estudiantes.

Destacamos algunas de las conclusiones principales extraídas de los resultados obtenidos.

1. Aplicando la heurística para medir la colaboración, podemos observar que con los datos obtenidos de los ficheros *logs* se puede, de una forma muy sencilla, observar la evolución de colaboración y el equipo docente puede con su actuación favorecerla. Puesto que la heurística permite ilustrar las acciones de todos los participantes en el curso, siguiendo secuencias temporales se podría permitir una reflexión sobre el desarrollo del curso y sus consecuencias en el aprendizaje. De la misma manera podría aplicarse esta heurística a otras herramientas asíncronas como el correo electrónico, si bien el valor didáctico del correo, somos conscientes, es muy inferior al del foro. También podría aplicarse al trabajo con medios síncronos como pueden ser la herramienta del chat y la pizarra electrónica, esta última se está configurando como un medio de alto valor pedagógico que debería también llegar a ser colaborativo.

2. El estándar IMS-LD es muy adecuado para analizar a su luz las distintas herramientas que pueden adaptarse a las plataformas o usarse como apoyo a la enseñanza virtual.
3. Con la formalización de la metodología de diseño y desarrollo de los almacenes (repositorios) de OA, que se han presentado en forma de recomendaciones, se concluye que debe seguirse trabajando en las especificaciones que conduzcan a la elaboración de un manual de aplicación de buenas prácticas de uso de la tecnología educativa. Igualmente se concluye que habría que apostar por la elaboración de almacenes de OA de calidad, que constituyan verdaderos espacios de formación para el profesorado de la comunidad universitaria. También se debería apostar por un banco de recursos digitales, convenientemente estructurado por niveles, sean o no OA, pero con fáciles condiciones de búsqueda y reutilización. Y, sin duda, los Objetos de Aprendizaje y sus repositorios han de diseñarse siguiendo los estándares.
4. La combinación de aplicación de indicadores del Análisis de Redes Sociales reforzados con las técnicas estadísticas permite dilucidar el papel del equipo docente en la evolución de la colaboración en función del trabajo de dichos equipos. Los experimentos realizados dejan muy clara la importancia de fijar cuidadosamente los objetivos al diseñar los cursos según los objetivos que desean alcanzarse. Esto condiciona totalmente al grupo, pero hay que tener cuidado, la acción que realiza el individuo que actúa como profesor ha de tener carácter decreciente, influyendo cada vez menos en las conexiones del resto de integrantes. Quedándose a un margen y fomentando de este modo lo que venimos buscando desde el comienzo del trabajo, el desarrollo colaborativo. Se consigue mucha más colaboración - no necesariamente casos de éxito - si la figura del docente influye cada vez menos, dado que los alumnos tienden a sentir como sus conocimientos se ven valorados y de una forma u otra el hecho de aportar al grupo sirve como recompensa y por tanto retroalimenta la colaboración.

A partir del desarrollo de la investigación expuesta en esta memoria de tesis, se han generado varios trabajos en forma de artículos de investigación. Los resultados publicados se han detallado en el prólogo.

Bibliografía

- [1] S. V. Aciar, G. I. Aciar, C. A. Collazos, and C. S. González. Sistema recomendador de usuarios en base al conocimiento, disponibilidad y reputación obtenida de interacciones en foros. *IEEE REVISTA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGIAS DEL APRENDIZAJE, VOL. 3, NO. 1, ISSN: 2255-5706 pp. 21-26*, 2015.
- [2] J. A. Barnes. Graph theory and social networks. *Sociology, v. III*, 1969.
- [3] J. Boticario, R. Pastor, E. Raffenne, M. Aguado, D. Arroyo, M.A. Cordova, J.L. Guzman, T. García, S. Hermira, J. Ortiz, A. Pesquera, R. Morales, H. Romojaro, Valiente S., G. Carmona, D. Tejedor, and J.A. Alejo. Alf: Un entorno abierto para el desarrollo de comunidades virtuales de trabajo y cursos adaptados a la educación superior. *Actas del congreso I Jornada del uso de las TIC en la UNED*, 2005.
- [4] J. G. Boticario. Organización de cursos en la red basada en tareas de aprendizaje. *Proceedings Educational Technology & Society*, 2004.
- [5] S. Britain. A review of learning design: Concept, specifications and tools, tech. rep. *JISC E-learning Pedagogy Programme, Gisborne, New Zealand: Tairawhiti Polytechnic*, 2004.
- [6] I. A. Cankaya, Yuksel A. S., A. Koyun, and T. Yigit. A dynamic content generation tool for oop course. *International Journal of Computer Theory and Engineering, Vol. 7, No. 1*, 2015.
- [7] R.M. Carro, E. Pulido, and P. Rodríguez. Creación de cursos adaptativos en tangow mediante tareas, reglas y elementos multimedia. *Revista de Enseñanza y Tecnología*, 2001.
- [8] N. Castelo, P. Dias, M. Zacarias, and J. Tribolet. Atualização colaborativa do modelo de processos de negócio. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, RISTI, Dez 2013, no.12, pp.33-47. ISSN 1646-9895*, 2013.

- [9] C. Celorrio, M.F. Verdejo, and B. Barros. Una aproximación a la distribución de repositorios de objetos de aprendizaje basado en servicios web. *Actas del VI Congreso Nacional de Informática Educativa Simposio nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación, SINTICE2005*, 2005.
- [10] I-A. Chounta, B. M. McLaren, and M. Harrell. Let's argue over it: Are argumentation skills better learned collaboratively or individually? *ECTEL Conference Proceedings are published in Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) series. Volume 9891 - 2016 ISBN: 978-3-319-45152-7, pp. 605-610*, 2016.
- [11] C. Cobo Romani and H. Pardo Kuklinski. *Planeta Web 2.0. Inteligencia colectiva o medios fast food*. Barcelona / México DF: Grup de Recerca d'Interaccions Digitals, Universitat de Vic. Retrieved, 2007.
- [12] T. Connolly and M. Stansfield. Using games-based elearning technologies in overcoming difficulties in teaching information systems. *Journal of Information Technology Education, Vol. 5*, 2006.
- [13] F. Cruz Mata, D. Riquelme Santos, J. C. and Borrego, A. Fernandez-Montes Gonzalez, J. M. González Romano, Miguel Toro Bonilla, L.M. Romero-Moreno, and et. al. *Introducción a la Programación I*. Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones. Sevilla, 2008.
- [14] J. Dalziel. Implementing learning design: The learning activity management system (lams). *INTERACT INTEGRATE IMPACT Proceedings of the 20th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education (ASCILITE) ISBN: CDROM 0-9751702-1-X WEB 0-9751702-2-8, pp. 593-596*, 2003.
- [15] J. R. Dalziel. Lesson for lams ims learning design. *Proceeding of the Sixth International Conference on Advance Learning Technologies IECC*, 2006.
- [16] S. Dawson, D. Gasevic, G. Siemens, and S. Joksimovic. Current state and future trends: a citation network analysis of the learning analytics field. *LAK '14 Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge Pages 231-240, ISBN: 978-1-4503-2664-3*, 2014.
- [17] V. Devedzic. Education and the semantic web. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 14*, 2004.

- [18] P. Dillenbourg, M. Baker, A. Blave, and C. O'Malley. The evolution of research on collaborative learning. *Learning in human and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*, 1996.
- [19] P. Dillenbourg, M. Baker, A. Blave, and C. O'Malley. The evolution of research on collaborative learning, learning in human and machine : Towards and interdisciplinary learning science. *Spada, E. and Reiman, P. Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science.*, Elsevier, Oxford, pp.189-211, 1996.
- [20] Pierre Dillenbourg. *Collaborative Learning. Cognitive and Computational Approaches*. ELSEVIER SCIENCE, 1999.
- [21] Pierre Dillenbourg and J.A. Self. A computational approach to socially distributed cognition. evolution of research on collaborative learning. *European Journal of Psychology of Education*, 1992.
- [22] G. Fesakis, A. Petrou, Dimitracopoulou, and A. Oster. Collaboration activity function : An interaction analysis tool for computer supported collaborative learning activities. *Proceedings of International Conference on Advanced Learning Technologies - ICAIT '04*, 2004.
- [23] White D.R. Freeman, L. C. and A.K. Romney. *Research Methods in Social Network*. Transaction Publishers, 1991.
- [24] L. Garcia Aretio. Historia de la educación a distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 1999.
- [25] L. Garcia Aretio. Objetivos y funciones de la educación a distancia. *Actas del Congreso Internacional de Filosofía de la Educación*, 1999.
- [26] S. Gerrero, M. P. Paule, I. Gutiérrez, and J. R. Pérez. Adaptabilidad en los sistemas virtuales de formación. *Actas de las XI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*, 2005.
- [27] A. Gewerc, A. Rodríguez-Groba, and E. Martínez-Piñeiro. Academic social networks and learning analytics to explore self-regulated learning: a case study. *IEEE REVISTA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGIAS DEL APRENDIZAJE, VOL. 11, NO. 3, ISSN: 1932-8540, AUGUST 2016 pp. 159-166*, 2016.
- [28] B. Ghirardini. *E-learning methodologies A guide for designing and developing e-learning courses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011.

- [29] B. J. González. Organización de cursos en la red basada en tareas de aprendizaje. *Proceeding Educational Technology & Society*, 2004.
- [30] F. Harary. *Graph Theory. Reading*. Addison-Wesley Publishing Company, 1972.
- [31] J. R. Hilera González and R. Hoya Marín. *ESTÁNDARES DE E-LEARNING: GUÍA DE CONSULTA*. Universidad de Alcalá, 2010.
- [32] C. Holgado. Las Webquest en la docencia universitaria: aprendizaje colaborativo con LAMS. *Revista de educación a Distancia*, nº 24, ISSN: 15787680, 2010.
- [33] J. W. Hsiao. Cscl theories. *Technical Report Department of Computer Science University of Texas*, 1998.
- [34] Ivan Ivic. Vygotsky, 1896 a 1934. *Educación comparada, París, UNESCO: Oficina Internacional de Educación, vol. XXIV, nos 3 y 4*, 1999.
- [35] L. Johnson, R. Smith, H. Willis, A. Levine, and K. Haywood. The 2011 horizon report. *Austin, Texas: The New Media Consortium*, 2011.
- [36] T. Kikot, S. Fernandes, and G. Costa. Potencial da aprendizagem baseada-em-jogos: Um caso de estudo na universidade do algarve. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, RISTI, Dez 2015, no.16, pp.17-29. ISSN 1646-9895*, 2015.
- [37] J. Konert, H. Bellhäuser, R. Röpke, E. Gallwas, and A. Zucik. Moodlepeers: Factors relevant in learning group formation for improved learning outcomes, satisfaction and commitment in e-learning scenarios using groupal. *EC-TEL Conference Proceedings are published in Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) series. Volume 9891 - 2016 ISBN: 978-3-319-45152-7, pp. 139-152*, 2016.
- [38] R. Koper. *Learning Design. A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*. Koper, Rob, Tattersall, Colin (Eds.) Springer, 2005.
- [39] V.S. Kumar. Computer supported collaborative learning: Issues for research. *Technical Report, Department of Computer Science University of Saskatchewan, Canada*, 1996.
- [40] J. Laviña and L. Mengual. *Libro Blanco de la UNIVERSIDAD DIGITAL 2010*. Ariel fundación Telefónica, 2010.

- [41] M. Lefevre, N. Guin, J-C. Marty, and F. Clerc. Supporting teaching teams in personalizing moocs course paths. *EC-TEL Conference Proceedings are published in Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) series. Volume 9891 - 2016 ISBN: 978-3-319-45152-7, pp. 605-610*, 2016.
- [42] F. Llorens-Largo, F. J. Gallego-Durán, C. J. Villagrà-Arnedo, P. Compañ-Rosique, R. Satorre-Cuerda, and R. Molina-Carmona. Gamification of the learning process: Lessons learned. *IEEE REVISTA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGIAS DEL APRENDIZAJE, VOL. 11, NO. 4, ISSN: 1932-8540, NOVEMBER 2016 pp. 227-234*, 2016.
- [43] J. Llovet. *Adiós a la universidad. El ocaso de las humanidades*. Galaxia Gutenberg, 2011.
- [44] J. López-Moratalla, Moreno-Ger P., P. Sancho-Thomas, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón. Desarrollo de la adaptatividad en un sistema de e-learning basado en estándares ims. *Actas VII Simposium Internacional de Informática Educativa*, 2005.
- [45] J.M. Mackness, J. and Sui Fai and R. Williams. The ideals and reality of participating in a mooc. *Proceedings of the 7th International Conference on Networked Learning*, 2010.
- [46] P.M. Marauri Martínez. Figura de los facilitadores en los cursos online masivos y abiertos (coma / mooc): Nuevo rol profesional para los entornos educativos en abierto. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 17.1*, 2014.
- [47] S. Mengual-Andrés, R. Roig-Vila, and C. Lloret Catalá. Validación del cuestionario de evaluación de la calidad de cursos virtuales adaptado a moo. *Actas de V Congreso Internacional sobre Calidad y Accesibilidad en la Formación*, 2015.
- [48] K. Michos, K. Manathunga, and D. Hernández-Leo. Connecting patten-based learning designs with analytics: The case of pyramidapp. *EC-TEL Conference Proceedings are published in Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) series. Volume 9891 - 2016 ISBN: 978-3-319-45152-7*, 2016.
- [49] J. Muñoz-Calle, F. J. Fernández-Jiménez, T. Ariza, A. J. Sierra, and J. M. Vozmediano. Laboratorios informáticos sobre entornos virtuales:

- Un modelo flexible, portable y multidisciplinar. *IEEE REVISTA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGIAS DEL APRENDIZAJE*, VOL. 11, NO. 1, ISSN: 2255-5706, March 2016 pp. 1-8, 2016.
- [50] de Wouter Nooy, Andej Mrvar, and Vladimir Batagelj. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek. Revised and Expanded Second Edition*. Cambridge University Press, 2011.
- [51] S. C. Oliva, J. L. and López and P. J. Torrecilla. El mundo de la enseñanza asistida por ordenador en educación primaria. *Universidad Castilla la Mancha, Toledo*, 1998.
- [52] J. Ong and S. Ramachandran. Intelligent tutoring systems: The what and the how. *Learning Circuits American Society for Training & Development, Virginia*, 2000.
- [53] J. I. Pozo. *Teorías cognitivas del aprendizaje (9ª ED.)*. Ediciones Morata, 2006.
- [54] Luis R-Roselló. *LOGO. De la tortuga a la inteligencia artificial*. Vector Ediciones, 1986.
- [55] D. Riquelme Santos, J. C. and Borrego, A. Fernandez-Montes Gonzalez, J. M. González Romano, M. Toro Bonilla, L.M. Romero-Moreno, and et. al. *Introducción a la Programación II*. Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones. Sevilla, 2008.
- [56] E. Rojo. *Julio Cervera y la telegrafía sin hilos*. Ministerio de defensa, Ministerio de economía y competitividad, 2015.
- [57] L. Romero and M. L. Gutierrez, M. and Caliusco. *Portfolios para la evaluación de los resultados del aprendizaje en entornos de e-learning*. Actas de la XI Conferencia Iberoamericana en Sistemas y Tecnologías de la Información. Gran Canaria, España, 2016.
- [58] L.M. Romero-Moreno. *Análisis de una Contribución del Software Libre a la Tecnología Educativa Un Proceso de Retoque de Moodle para Realizar una Automatización para Evaluar la Colaboración en los Campus Virtuales*. Actas de la VI Conferencia Iberoamericana en Sistemas y Tecnologías de la Información. Chaves , Portugal, 2011.
- [59] L.M. Romero-Moreno. *Una aproximación al análisis de las interacciones colaborativas en los Sistemas virtuales de Formación usando Análisis de Redes Sociales*. Actas de la VIII Conferencia Iberoamericana en Sistemas y Tecnologías de la Información. Lisboa , Portugal, 2013.

- [60] L.M. Romero-Moreno and F. Enríquez de Salamanca. *Procesamiento de los resultados obtenidos del trabajo con los foros didácticos alojados en cursos virtuales para someterlos a posterior análisis. Realización de informes automáticos partiendo de los correspondientes ficheros logs*. Actas de la XI Conferencia Iberoamericana en Sistemas y Tecnologías de la Información. Gran Canaria, España, 2016.
- [61] L.M. Romero-Moreno and J. A. Troyano J. *Aplicaciones de los Estándares Educativos a la Adaptación en Sistemas Virtuales de Formación Colaborativos que Integran a la Herramienta Lams*. Vol. I. 5ta. Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática Volumen I. Orlando, Florida. International Institute of Informatics and Systemics, 2006.
- [62] L.M. Romero-Moreno and J. A. Troyano J. *Restricciones para una Metodología de Aplicación, basada en los Estándares, de los Objetos de Aprendizaje y Almacenes de Material Educativo*. Vol. 2 Proceedings of the 8th International Symposium on Computers in Education. León. Universidad de León. Secretariado de Publicaciones, 2006.
- [63] L.M. Romero-Moreno and J. A. Troyano J. *Análisis Comparativo de Herramientas Colaborativas Aplicando la Metodología Learning Design y el Estándar IMS Learning Design*. Vol. I. Actas de la III Conferencia Iberoamericana en Sistemas y Tecnologías de la Información. Ourense, España, 2008.
- [64] L.M. Romero-Moreno and J. A. Troyano J. *Proyecto Tesis: Definición de una Metodología Formal para Medir la Colaboración en los Sistemas Virtuales de Formación*. Conferência Iadis Ibero-Americana Www/Internet 2008. Lisboa. Iadis Press, 2008.
- [65] L.M. Romero-Moreno and J. A. Troyano J. *Los Sistemas Virtuales de Formación Enriquecidos con Redes de Innovación Docente y con Tecnología del Análisis de Redes Sociales: una Metodología para Medir la Colaboración*. Actas de la IV Conferencia Iberoamericana en Sistemas y Tecnologías de la Información. Porto, Portugal, 2009.
- [66] L.M. Romero-Moreno and J. A. Troyano J. *Methodology of Analysis to Calculate the Collaboration in a Virtual Training System*. Iadat Journal of Advanced Technology on Education. Bilbao, Spain. Iadat - International Association for the Development of Advances in Technology, 2009.

- [67] L.M. Romero-Moreno and J. A. Troyano J. *Análisis de las Posibilidades Tecnológicas y Didácticas de la Plataforma de Código Abierto Sakai*. Actas de la V Conferencia Iberoamericana en Sistemas y Tecnologías de la Información. Santiago de Compostela , España, 2010.
- [68] Luisa María Romero-Moreno. *Sistemas Virtuales de Formación Colaborativos: Una Metodología de Análisis de sus Herramientas*. Centro Asociado de la UNED Sevilla. Dirección general de Universidades. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía, 2008.
- [69] Luisa María Romero-Moreno. La seguridad informática en el trabajo con la plataforma moodle. *Revista de Humanidades UNED, Sevilla, nº 17, p. 169 - 190. ISSN 1130-5029*, 2010.
- [70] Luisa María Romero-Moreno. *La plataforma Moodle : una herramienta de código abierto para la formación y colaboración en los campus virtuales*. Centro Asociado de la UNED Sevilla. Dirección general de Universidades. Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo. Junta de Andalucía, 2012.
- [71] Luisa María Romero-Moreno. Informe sobre análisis y evolución del fenómeno de las redes sociales en España. *Revista de Humanidades UNED, Sevilla, nº 20, ISSN 1130-5029, ISSN-e 2340-8995*, 2013.
- [72] Luisa María Romero-Moreno. Metodología de adaptación de materiales y diseño de cursos orientados al aprendizaje a distancia en continuo y en abierto. *Actas UNED ICDE, International Council for Open and Distance Education 2013 , Madrid*, 2013.
- [73] Luisa María Romero-Moreno. Diseño metodológico de un curso mooc desde la perspectiva de un profesor universitario. *Actas VII. Jornadas de Redes de Investigación en Innovación Docente de la UNED , Madrid, ISBN 978-84-697-2182-7*, 2014.
- [74] Luisa María Romero-Moreno and F. J. Almeida-Martínez. Evaluación preliminar de la participación en los sistemas virtuales de formación desde la perspectiva de los indicadores del análisis de redes sociales. *EducaOnline. 2011. Vol. 5. Núm. 3. Pag. 62-80, Brasil, ISSN 1983-2664*, 2011.
- [75] Luisa María Romero-Moreno and F. J. Almeida-Martínez. Análisis de la colaboración en los sistemas virtuales de formación aplicando la metodología del análisis de las redes sociales. *Actas*

- de Seminario de Investigación en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, Universidad Rey Juan Carlos, <http://www.lite.etsii.urjc.es/lite/ext/sitiae/2012/docs/present/luisaFran.pdf>, 2012.*
- [76] Luisa María Romero-Moreno and F. J. Almeida-Martínez. Experiencia con metodología blearning realizada con alumnos de grado de la uned en un curso introductorio a las herramientas virtuales. *Actas I Jornadas Internacionales de Innovación Docente Universitaria en Entornos de Aprendizaje Enriquecidos UNED, Madrid, ISBN 84-695-8245-3, 2012.*
- [77] Luisa María Romero-Moreno and Ildefonso Lucena. Evaluating collaboration using the methods of social network analysis in a virtual training system. *Proceedings of Iadis Multi Conference on Computer Science and Information Systems. Freiburg, Germany, 2010.*
- [78] Luisa María Romero-Moreno, F. J. Ortega Rodríguez, and J. A. Troyano. Obtaining adaptation of virtual courses by using a collaborative tool and Learning Design. *ACM-D1 Proceedings of Euro American Conference on Telematics and Information Systems. Faro, Portugal, 2007.*
- [79] Luisa María Romero-Moreno and J. A. Troyano. Aplicación de los estándares educativos a los sistemas virtuales de formación colaborativos: Especificaciones para la herramienta LAMS. *Proceedings of IV Iberoamerican Telematic Conference . Monterrey, Mexico, 2006.*
- [80] Luisa María Romero-Moreno and J. A. Troyano. A Collaborative Tool for IMS Learning Design. *Proceedings of Engheharias'07. Covilhã, Portugal, 2007.*
- [81] Luisa María Romero-Moreno and J. A. Troyano. Análisis de los sistemas de virtuales de formación colaborativos. *Revista de Humanidades UNED, Sevilla, nº 15, 335-350, ISSN: 1130-5029, ISSN-E 2340-8995, 2008.*
- [82] Luisa María Romero-Moreno and J. A. Troyano. Metodología de análisis para evaluar la colaboración en los sistemas virtuales de formación. *Actas del X Simposio Internacional de Informática Educativa SIIE 2008. Salamanca, España, 2008.*
- [83] Luisa María Romero-Moreno and J. A. Troyano. Thesis project: Definition of indicators to compute the collaboration in virtual training sys-

- tems. *Proceedings of Conferência Iadis Ibero-Americana Www/Internet 2009. Roma, Italia, 2009.*
- [84] Luisa María Romero-Moreno, J. A. Troyano, and Fermin Cruz Mata. Aportaciones de una formalización de las interacciones producidas en un entorno que integra aprendizaje colaborativo al diseño de un curso virtual. *Actas del VII Simposio Internacional de Informática Educativa SIIE 2005. Leiria, Portugal, 2005.*
- [85] Luisa María Romero-Moreno and J. A. Troyano J. Comparative analysis between the most common platform in the virtual training systems against a model: Sakai project. *Proceedings of 5th Conference of the Euro-Americam Association on Telematics and Information Systems, 2010.*
- [86] Luisa María Romero-Moreno and José A. Troyano J. Incorporación de las teorías de aprendizaje y conocimiento en colaboración a un modelo de curso virtual. *Actas I JORNADAS SOBRE EL USO DE LAS TICS EN LA UNED, Madrid, 2005.*
- [87] Luisa María Romero Moreno and José A. Troyano Jiménez. *Adding Constraints to a Virtual Course Using a Formal Approach to the Interactions in Collaborative Learning.* Computers and Education. Towards Educational Change and Innovation. Ed. Mendes, Antonio J. and Pereira, Isabel and Costa, Rogério. London, Springer-Verlag, 2008.
- [88] J. Sancho. Learning opportunities for mass collaboration projects through learning analytics: a case study. *IEEE REVISTA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGIAS DEL APRENDIZAJE, VOL. 11, NO. 3, ISSN: 1932-8540, AUGUST 2016 pp. 148-159, 2016.*
- [89] John Scott. *Social Network Analysis. A Handbook.* SAGE, 2009.
- [90] D. W. Shaffer, G. N. Svarovsky, P. Nash, A. Nulty, E. Bagley, K. Frank, and A. A. Rupp. Epistemic network analysis: A prototype for 21st-century assessment of learning. *International Journal of Learning and Media, Spring 2009, Vol. 1, No. 2 , ISSN 2050-3962, Pages 33-53, 2009.*
- [91] B. F. Skinner. *Science and Human Behavior.* 1953.
- [92] A. Sánchez-Elvira Paniagua. *¿Cómo iniciarse con éxito en el aprendizaje en línea?: La experiencia de la UNED en el entrenamiento de estudiantes autorregulados.* Universidad Alas Peruanas. Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.º 2014-07238, Lima, 2014.

- [93] R. Teja Gutiérrez, G. Almaguer Vargas, and R. Rendón Medel. Redes y análisis organizacional: Roles, posiciones y poder de fragmentación de las relaciones sociales y comerciales. *Revista Global de negocios número 01, v.II*, 2014.
- [94] A. Trættemberg, H. and Mavroudi, M. Giannakos, and J. Krogstie. Adaptable learning and learning analytics: A case study in a programming course. *EC-TEL Conference Proceedings are published in Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) series. Volume 9891 - 2016 ISBN: 978-3-319-45152-7, pp. 665-669*, 2016.
- [95] M. Tzelepi and K. Papanikolaou. On the construction of adaptable visualizations of communities and learners. *EC-TEL Conference Proceedings are published in Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) series. Volume 9891 - 2016 ISBN: 978-3-319-45152-7*, 2016.
- [96] M.F. Verdejo, B. Barros, R. Gómez-Antón, T. Read, and M. Rodríguez-Artacho. Enfoque, diseño e implementación de un entorno virtual para la enseñanza y el aprendizaje de una materia experimental. *Proceedings Virtual Ed'2001*, 2001.
- [97] M.F. Verdejo, B. Barros, M. J. I. Mayorga, and T. Read. Designing a semantic portal for collaborative learning communities. *Aptas CAEPIA-TTIA'2004*, 2004.
- [98] L. Vygotsky. *Pensamiento y lenguaje(2^a ED.)*. PAIDOS IBERICA, 2010.
- [99] Stanley Wasserman and Katherine Faust. *Social Network Analysis: Methods and Application*. Cambridge University Press, 2009.
- [100] Rosalind Williams. *Cultura y Cambio tecnológico: el MIT*. Alianza Editorial, 2004.
- [101] M. Zapata-Ros. Analítica de aprendizaje y personalización. *Campus Virtuales número 02, v.II*, 2013.

3 de febrero de 2017