



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ing. Telemática

TESIS DOCTORAL

INTEGRACIÓN DE PORTFOLIOS DIGITALES
EN ENTORNOS DISTRIBUIDOS DE
APRENDIZAJE

Presentada por **Angélica Lozano Álvarez** para optar al grado de
Doctor por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:

Dr. Juan I. Asensio-Pérez
Dra. Alejandra Martínez-Monés
Dr. Guillermo Vega-Gorgojo

22 de septiembre de 2016
Valladolid, España

TÍTULO: Integración de Portfolios Digitales en Entornos Distribuidos de Aprendizaje

AUTOR: Angélica Lozano Álvarez

DIRECTOR: Director

DEPARTAMENTO: Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ing. Telemática

El tribunal nombrado para juzgar la tesis doctoral arriba citada, compuesto por los doctores:

PRESIDENTE: Dr.

VOCALES: Dr. 1
DR. 2
DR. 3

SECRETARIO: Dr.

acuerda otorgarle la calificación de

En Valladolid, a

RESUMEN

La evaluación formativa busca la realimentación constante al alumno sobre su propio progreso, convirtiéndose en una evaluación *para el* aprendizaje. Pero la provisión de esta realimentación puede dificultarse en escenarios en los que las evidencias de su progreso como aprendiz se encuentran dispersas en múltiples plataformas. Éste es el caso de los entornos distribuidos de aprendizaje (DLE – *Distributed Learning Environments*) en los que se utiliza un entorno virtual de aprendizaje (VLE – *Virtual Learning Environment*) en combinación con herramientas externas, típicamente web 2.0, para apoyar la situación de aprendizaje. Una alternativa para facilitar la centralización de todo el trabajo realizado por los alumnos es la utilización de portfolios digitales, que son colecciones ordenadas de muestras de trabajo, que sirven como escaparate tanto del proceso como del resultado del aprendizaje del alumno. De esta forma, los portfolios digitales son reconocidos como una herramienta útil para el apoyo a la evaluación formativa.

Sin embargo, la utilización de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje conlleva un trabajo de recolección manual de todas las evidencias educativas, que deben pasar desde las herramientas en las que fueron generadas hasta el portfolio del alumno. Esta sobrecarga de trabajo manual recae o bien en el profesor o bien en el alumno. En ambos casos, esta sobrecarga supone una barrera para el uso del portfolio como herramienta de evaluación formativa.

La presente tesis se centra en el apoyo al profesor para facilitar el uso de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje. Por una parte, la evaluación formativa debe estar guiada por propósitos pedagógicos alineados con los objetivos de aprendizaje propuestos. En este sentido, la primera contribución de esta tesis es un modelo de diseño educativo orientado a evidencias (EADM - *Evidence-Aware Design Model*), que permite al profesor hacer explícita la relación entre objetivos de aprendizaje y muestras de trabajo. Esta información se utiliza posteriormente para guiar la recopilación automática de artefactos y su inclusión en el portfolio de cada alumno. Para ello, la segunda contribución de esta tesis es una arquitectura para la recolección automática de evidencias (ACE - *Automatic Collection of Evidence*), que utiliza la tecnología para aliviar la sobrecarga de trabajo manual del profesor en la centralización de muestras de trabajo de múltiples fuentes.

Ambas contribuciones, EADM y ACE, han sido evaluadas en escenarios auténticos en la Universidad de Valladolid. Los resultados de esta evaluación muestran que la utilización del EADM puede llevar a diseños educativos más completos, donde los objetivos de aprendizaje se alinean con las evidencias que los muestran, y que la puesta en marcha de

ACE facilita la recopilación automática de evidencias en entornos distribuidos de aprendizaje. Estos resultados permiten afirmar que ambas propuestas representan una solución válida para apoyar al profesorado en la provisión de evaluación formativa en entornos distribuidos de aprendizaje.

Adicionalmente, se abren nuevas líneas de investigación relacionadas, por una parte, con el impacto que la consideración de evidencias educativas tiene en la propia labor docente del profesor y, por otra, con la inclusión del rol del alumno en situaciones de aprendizaje apoyadas por entornos distribuidos y portfolios digitales.

Palabras clave: portfolios digitales, evaluación formativa, entornos distribuidos de aprendizaje

ABSTRACT

Formative assessment seeks frequent feedback to the students about their own progress, thus becoming an evaluation *for* learning. But the provision of this feedback to the students can be difficult in scenarios where the evidence about their progress as learners is scattered along multiple platforms. This is the case of distributed learning environments (DLE), where a virtual learning environment (VLE) is used in combination with external tools, typically web 2.0, in order to support a learning situation. One approach to enable the centralization of the work done by the students is the use of digital portfolios, which are ordered collections of worksamples, used to showcase both the process and the result of the student's learning path. This way, digital portfolios are widely recognized as effective tools for formative assessment support.

However, the use of digital portfolios in distributed learning environments involves the manual collection of the relevant learning artifacts, which must be taken from the tools where they were generated and be uploaded to the student's portfolio. This manual work is a burden either for the teacher or for the student. In both cases, this overload becomes a barrier for the use of the digital portfolio as a formative evaluation tool.

This thesis focuses on supporting teachers in the use of digital portfolios in distributed learning environments. On the one hand, formative assessment must be guided by pedagogical purposes, aligned with the targeted learning goals. In this sense, the first contribution of this thesis is an Evidence Aware Design Model (EADM), that allows the teacher to make explicit the relationship between the learning goals and the worksamples. This information is then used to guide the automatic gathering of artifacts and its inclusion within each student's portfolio. To this aim, the second contribution of this thesis is an architecture for the Automatic Collection of Evidence (ACE), that uses technology to alleviate the overload of teachers' manual work in the centralization of worksamples from different sources.

Both contributions, EADM and ACE, have been evaluated in authentic scenarios at the University of Valladolid. The results of this evaluation show that the use of EADM might lead to more coherent learning designs, where learning goals are aligned with the evidence showcasing them. Also, the enactment of ACE eases the automatic collection of artifacts in distributed learning environments. The combination of these results entitles the use of both proposals as a valid solution to support teachers in the provision of formative assessment in distributed learning environments.

Additionally, new research lines have been opened related, on the one hand, to the impact that the consideration of learning evidences has on the teaching process itself and,

on the other hand, to the role of students in learning situations supported by distributed environments and digital portfolios.

Keywords: digital portfolios, formative assessment, distributed learning environments

AGRADECIMIENTOS

No recuerdo por qué empezó todo esto. No sé qué hizo que una versión años más joven de mí se matriculara en los (entonces) cursos de doctorado. Sí recuerdo el mantra que me he repetido en todos estos años: que la cadena de I+D+i completa tenía que ser posible, y, que para que así fuera, yo tenía que conocer todas las letras del maldito concepto. Pero lo que no podía anticipar era que ese camino es imposible de recorrer en solitario.

Por eso tengo que agradecer sobre todas las cosas la labor de Asen, Alejandra y Guillermo, por ir colocando pacientemente las baldosas amarillas que debía ir recorriendo. Primera lección aprendida: incluso cuando el sistema te pide a gritos que tires la toalla, hay gente con unos niveles superlativos de motivación intrínseca (que el sistema no merece) que hacen que todo siga en pie. Gracias. Por cuadrar vuestras agendas con mis horarios de oficina (incluyendo en remoto, ¡uf!), por respetar el ritmo al que podía avanzar y por abrirme los ojos con paciencia paternal a las diferencias entre mi realidad profesional y la Academia. Gracias.

En el otro extremo de la cancha, mis compañeros de MOBILE LEAN, que están esperando expectantes para poder decir aquello de *¿hay algún doctor en la sala?*. Segunda lección aprendida: incluso cuando no entienden tus decisiones, hay gente que, sin saberlo, es capaz de animarte, apoyarte, hacerte sonreír y devolverte la motivación en el momento adecuado. Gracias. Especialmente a Roberto, por no cuestionar jamás mis huecos en el calendario, y a Diego, por enviarme fotos desde la playa. Gracias.

Y la constante durante todo este tiempo. El ancla al mundo real. La razón por la que me queda algo cordura. Gracias, Chema. Gracias por señalarme atentamente todas las cosas que no debía perderme. Gracias por sacarme a correr. Gracias por botar conmigo en la bola. Gracias por llevarme a bailar. Gracias por aguantar mi versión zombi semana tras semana. Gracias por alegrarme todos y cada uno de los días que compartimos. Tercera lección aprendida: existen personas a prueba de tesis. Son las personas que quieres mantener a tu lado. Gracias.

Y por supuesto, todo este trabajo está dedicado a mis padres y hermana, testigos ojipláticos de mis fines de semana. Por ser la mejor familia del mundo mundial. Y ya está. Indiscutible. Al final, esto no es más que un papelín...

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción	3
1.1. Motivación	3
1.2. Objetivos	6
1.3. Metodología	8
1.4. Estructura de la Memoria de Tesis	12
2. Contexto de Investigación	15
2.1. Introducción	15
2.2. Evaluación educativa y portfolios digitales	16
2.3. Entornos distribuidos de aprendizaje	21
2.4. Integración de ePortfolios en DLEs	24
2.4.1. Ejemplo ilustrativo	24
2.4.2. Clasificación de portfolios digitales en función de sus capacidades de integración	27
2.4.3. Posibilidades actuales de uso de ePortfolios en DLEs	30
2.5. Learning Design	32
2.6. Discusión	35
2.7. Conclusiones	36
3. Diseño de aprendizaje orientado a evidencias educativas	39
3.1. Introducción	40
3.2. Modelado de evidencias educativas	41
3.2.1. Identificación de información relevante para el modelado de evidencias educativas	41
3.2.2. Evidencias de aprendizaje en el diseño educativo	45
3.2.3. Evidencias educativas en los sistemas de portfolio actuales	47
3.3. Evidence Aware Design Model (EADM)	48
3.4. Discusión	52
3.5. Conclusiones	54
4. Recolección Automática de Evidencias Educativas	55
4.1. Introducción	55
4.2. Requisitos para la integración de portfolios digitales en DLEs	56
4.3. Automatic Collection of Evidence (ACE)	60
4.3.1. Arquitectura para la recolección automática de evidencias educativas	60
4.3.2. Flujos de trabajo	66

4.3.3. Modelo de datos	72
4.3.4. Interfaces	76
4.3.5. Prototipo implementado	78
4.4. Discusión	79
4.5. Conclusiones	81
5. Evaluación	83
5.1. Introducción	83
5.2. Diseño de Evaluación	84
5.2.1. Pregunta de investigación, tensiones y tópicos	84
5.2.2. Ciclos de Evaluación	88
5.2.3. Fuentes de datos	89
5.2.4. Medidas de calidad del proceso	89
5.3. Ciclo 1:	
Evaluación del modelado de Evidencias Educativas	90
5.3.1. Descripción de la situación de aprendizaje	91
5.3.2. Recopilación y análisis de datos	93
5.3.3. Resultados	95
5.4. Ciclo 2:	
Evaluación de la recolección automática de Evidencias Educativas	96
5.4.1. Descripción de la situación de aprendizaje	97
5.4.2. Recopilación y análisis de datos	98
5.4.3. Resultados	101
5.5. Ciclo 3:	
Evaluación de la integración de ePortfolios en DLEs	103
5.5.1. Descripción de la situación de aprendizaje	105
5.5.2. Recopilación y análisis de datos	107
5.5.3. Resultados	109
5.6. Discusión	112
5.7. Conclusiones	117
6. Conclusiones y trabajo futuro	119
6.1. Conclusiones	119
6.2. Trabajo futuro	121
Referencias	125
A. Plantilla del formulario de co-diseño EADM	133
B. Estudio de la asignatura MASUP 32 sobre Mahara	135
C. Estudio de la asignatura Educación para la Salud	139
D. Estudio de la asignatura Radiodeterminación	143

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

ESTE capítulo introduce el contexto de investigación general de la tesis, los objetivos definidos, la metodología seguida para alcanzarlos y las contribuciones realizadas, así como la estructura del resto del documento.

A lo largo de esta memoria se trata la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje. Concretamente, se pretende facilitar la labor del profesor en el diseño, puesta en marcha y evaluación de situaciones de aprendizaje distribuidas en las que se incluye un gestor de portfolio para la agregación de muestras de trabajo digitales (evidencias). Para ello, se propone un modelo para la consideración de evidencias educativas dentro del diseño educativo, así como una arquitectura para la recolección automática de muestras de trabajo dispersas a lo largo de las diferentes herramientas educativas escogidas por el profesor. Siguiendo la metodología DSRM (*Design Science Research Methodology*) desde una perspectiva interpretativa, estas contribuciones son evaluadas sobre diferentes situaciones de aprendizaje reales del ámbito universitario.

1.1 MOTIVACIÓN

El aprendizaje apoyado por tecnología (*Technology Enhanced Learning*- TEL) (Dillenbourg *et al.*, 2009) es un campo de investigación que promueve el uso de tecnologías de la información para apoyar el aprendizaje. En esta línea, es común emplear entornos virtuales de aprendizaje (*Virtual Learning Environments* - VLE) (Dillenbourg, 2000), como Moodle¹ o LAMS², con el fin de organizar alumnos, herramientas y recursos educativos, para la realización de una situación de aprendizaje. En caso de que las capacidades intrínsecas de estos entornos virtuales no sean suficientes, los profesores pueden recurrir a elementos externos, típicamente herramientas web 2.0 como *blogs* o *wikis*, lo que resulta en los denominados entornos distribuidos de aprendizaje (*Distributed Learning Environment* - DLE) (MacNeill y Kraan, 2010). De esta forma, los profe-

¹<https://moodle.org/>

²<https://www.lamsfoundation.org/>

sores se benefician de un amplio abanico de posibilidades tecnológicas, que pueden adaptar a los objetivos pedagógicos que se plantean para cada situación educativa.

Una de estas soluciones tecnológicas al servicio del aprendizaje es el portfolio digital o ePortfolio, entendido como una colección ordenada de muestras de trabajo digitales (o *evidencias*), que ponen de manifiesto tanto el proceso como los resultados de un determinado recorrido de aprendizaje (Barberà-Gregori y Martín-Rojo, 2009; Barrett, 2011). Estos portfolios digitales están adquiriendo cada vez más atención de la comunidad educativa por sus beneficios sobre el proceso cognitivo de los estudiantes (Reese y Levy, 2009; Buzzetto-More, 2010; Barrett, 2007b). Gracias a su uso, los alumnos reciben ayuda para una mejor comprensión de su proceso de aprendizaje y del nivel de adquisición de determinadas competencias, aumentando, al mismo tiempo, su motivación por el aprendizaje (Sweat-Guy y Buzzetto-More, 2007). En otras palabras, los *portfolios* ayudan a los estudiantes a ser conscientes de su propio progreso, incrementando su entendimiento de *qué, por qué y cómo* aprendieron (Barrett, 2007b) y, al mismo tiempo, tener un escaparate para demostrar al mundo exterior de lo que son capaces.

Adicionalmente, esta misma capacidad de visualización tanto del proceso de aprendizaje como su resultado final convierte a los *portfolios* en herramientas de *assessment*³ (evaluación para el aprendizaje) que facilitan la labor del profesor (Balaban *et al.*, 2011). Así, una colección ordenada de muestras de trabajo finalizadas permite la realización de la tradicional evaluación sumativa, cuya finalidad es evaluar el resultado de una unidad de aprendizaje concreta de acuerdo a unas pautas o estándares establecidos, normalmente mediante la asignación de una nota (Busuttil-Reynaud y Winkley, 2006). Pero el principal aporte de los portfolios digitales es el apoyo del *assessment* formativo (Balaban y Bubas, 2010). En este caso, se pretende, a través de la valoración del trabajo del alumno, tener un impacto positivo en el aprendizaje. El profesor realimenta a sus alumnos con el grado de similitud de su propia evolución con respecto a los objetivos esperados en ese punto y propone alternativas o actividades de apoyo para reducir esa desviación en caso de que exista (Black y Wiliam, 1990).

Por lo tanto, ambas propuestas tecnológicas (entornos distribuidos de aprendizaje y portfolios digitales) constituyen herramientas que parecen adecuadas para que un profesor pueda extender la clase más allá del propio aula, enfoque conocido como *blended learning* (Balaban *et al.*, 2010). Gracias a los DLEs, el docente puede proponer herramientas y flujos de aprendizaje apoyados por tecnología para fomentar la adquisición de las competencias objetivo. Por su parte, los ePortfolios facilitan la visibilidad y seguimiento del trabajo realizado por el alumno necesarios para llevar a cabo tanto un *assessment* sumativo como formativo.

Sin embargo, la combinación de diferente soluciones tecnológicas para apoyar el aprendizaje desemboca en los denominados retos de orquestación, entendidos como el conjunto de dificultades a las que se enfrenta un profesor para llevar a cabo situaciones de aprendizaje apoyado por tecnología (Roschelle *et al.*, 2013). En el caso tratado en esta tesis, la utilización de DLEs implica un problema de heterogeneidad tecnológica. Cada entorno virtual de aprendizaje o herramienta 2.0 empleada responde normalmente a una interfaz propietaria, tanto a nivel de usuario como de sistema. Es decir, por una parte, el profesor debe ser conocedor de todas estas soluciones

³A lo largo de esta tesis se utilizará el término español *evaluación* para referirse a la valoración sumativa del trabajo realizado por los alumnos, mientras que se reserva el anglosajón *assessment* con un sentido formativo. El uso de un término inglés en esta tesis se debe a la utilización regular en español del término *evaluación* para referirse a ambas vertientes.

para poder acceder a la información de sus alumnos. Por otra, el hecho de que cada plataforma implemente su propio modelo de datos dificulta la interconexión técnica de las mismas en una misma situación educativa.

Adicionalmente, la evaluación del aprendizaje de estudiantes individuales se complica en entornos distribuidos, debido, principalmente, a la dispersión de las evidencias a lo largo de todas las herramientas empleadas (Ravet, 2007; Bubas *et al.*, 2011; Barrett, 2007a). Los profesores ven cómo su carga de trabajo aumenta al intentar mantener bajo control todas las muestras de trabajo generadas, sobrecarga aún más acusada en situaciones de un gran número de alumnos o de trabajo colaborativo, cada vez más habituales. Concretamente, de Vries *et al.* (2005) identifica el tiempo de acceso a las muestras de trabajo generadas por los alumnos como una de las tareas que más tiempo consumen para el profesor en una situación de aprendizaje apoyado por tecnología.

En resumen, la incorporación tecnología para la puesta en marcha de actividades educativas enriquecidas por diferentes herramientas web 2.0 abre la puerta a nuevas posibilidades pedagógicas. El uso de portfolios digitales permite seguir la pista a los alumnos en su trayecto formativo, posibilitando la provisión de *assessment* que guíe y facilite ese aprendizaje hacia las competencias pretendidas. Pero este camino no está libre de retos. Las muestras de trabajo generadas por los alumnos se dispersan a lo largo de plataformas heterogéneas, lo que incrementa la carga de trabajo asumida por el profesor durante la puesta en marcha de cada actividad, motivando la siguiente pregunta de investigación:

*¿De qué manera es posible apoyar a los profesores
en la recolección de evidencias educativas,
con el fin de facilitar la explotación
de los beneficios de los portfolios digitales
en entornos tecnológicamente heterogéneos y distribuidos?*

El objetivo principal del presente trabajo de tesis es responder a esta pregunta. Para ello, se pretende entender el nivel actual de apoyo mediante tecnología a la orquestación de situaciones de aprendizaje distribuidas en las que se incluye un gestor de portfolios, y contribuir con una propuesta conceptual y técnica que mejore el estado del arte.

Algunas estrategias actuales para aliviar los problemas de orquestación sugieren el uso de *Learning Design*⁴ (Mor *et al.*, 2013) como una manera ordenada de hacer explícitas las intenciones pedagógicas del profesor a través de una representación computacional. Esta información es explotada por las soluciones tecnológicas escogidas para llevar a cabo la situación de aprendizaje, facilitando la labor del docente en la puesta en marcha automática de situaciones de aprendizaje apoyados por tecnología. Así, estudios existentes parten de esta información de diseño para apoyar el despliegue⁵ de la situación de aprendizaje en las diferentes herramientas (Prieto, 2012), modelar los propósitos y métodos de *assessment* (Villasclaras-Fernández, 2010) o proporcionar al profesor

⁴A lo largo de este tesis se usarán indistintamente el término original anglosajón *Learning Design* o el equivalente en español *diseño educativo* o *diseño para el aprendizaje*

⁵Entendido como la creación de la infraestructura TIC necesaria para responder a las decisiones de diseño del profesor (Prieto, 2012)

analíticas del aprendizaje (*Learning Analytics*) durante el transcurso de la actividad (Rodríguez-Triana, 2014). Siguiendo esta línea, este trabajo de tesis propone el uso de herramientas de *Learning Design* para ayudar en la orquestación (especialmente en lo relacionado con su diseño y con su gestión durante la puesta en marcha) de situaciones educativas que integran portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje.

Con el fin de introducir al lector en el trabajo realizado a lo largo de esta tesis, este capítulo continúa con la exposición de los objetivos planteados (Sección 1.2), la descripción de la metodología empleada (Sección 1.3) y la estructura general del documento (Sección 1.4).

1.2 OBJETIVOS

A lo largo de la sección anterior, se pone de manifiesto la importancia de apoyar al profesor en la orquestación de situaciones de aprendizaje distribuidas que incluyan gestores de portfolios digitales. Con el fin de abordar este problema en el presente trabajo de tesis, se propone el siguiente objetivo global:

***Facilitar al profesor la explotación
de portfolios digitales
en entornos distribuidos de aprendizaje***

El objetivo enunciado, junto con el contexto de investigación y las contribuciones resultantes del trabajo, se representan en la Figura 1.1.

Este objetivo global hace referencia tanto a la faceta técnica del problema de investigación, como a su impacto en la manera de trabajar actual de los profesores. Así, por una parte, la consideración de ciertas muestras de trabajo generadas por los alumnos como evidencias de su aprendizaje requiere una reflexión previa del profesor, con el fin de alinear los objetivos educativos propuestos con los artefactos requeridos a sus alumnos. Este tipo de reflexión explícita sobre la forma y el fondo de las actividades propuestas corresponde con la fase de diseño de la situación de aprendizaje.

Por otra parte, la dispersión de evidencias educativas en entornos distribuidos tecnológicamente heterogéneos supone una sobrecarga cognitiva para el profesor, que debe conocer las interfaces de cada una de las soluciones escogidas con el fin de rescatar cada muestra de trabajo alojada en ellas. Además, esta minuciosa tarea de recolección es tediosa y propensa a errores, e implica un aumento sin valor añadido en el tiempo que el profesor dedica a la evaluación de cada uno de sus alumnos.

Por estos dos motivos principales, se definen objetivos parciales que llevarán a la consecución de la meta planteada:

- 1. Ayudar al profesor a identificar evidencias educativas relevantes durante el proceso de diseño de situaciones de aprendizaje**

Durante el diseño de la situación de aprendizaje, el profesor orienta las actividades que forman parte de la misma hacia unos objetivos de aprendizaje determinados. De esta forma, algunos de los artefactos resultantes de su ejecución se emplearán en la evaluación y *assessment* de los alumnos, puesto que son relevantes para evidenciar la consecución de

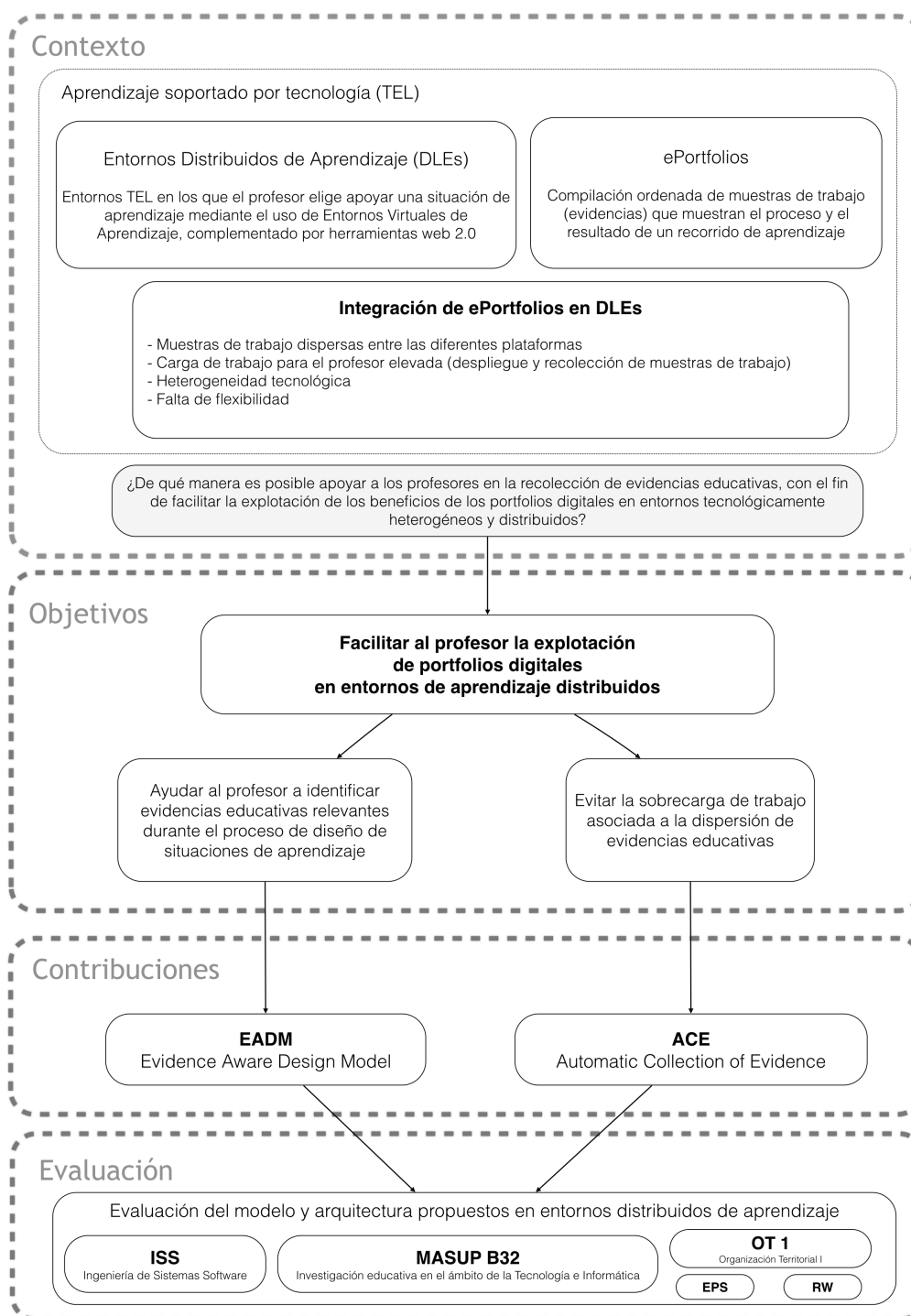


FIGURA 1.1: Contexto, objetivos, contribuciones y evaluación de la Tesis Doctoral

ciertas metas educativas (Villasclaras-Fernández, 2010). Este tipo de evidencias educativas son especialmente adecuadas, por lo tanto, para su inclusión en el portfolio del alumno (Balaban *et al.*, 2011).

Es por esto que resulta interesante apoyar al profesor para hacer explícita la selección de evidencias y su relación con los objetivos de aprendizaje.

Para ello, la primera de las contribuciones resultantes de esta tesis, EADM (*Evidence-aware Design Model*, descrita en el Capítulo 3), permite detallar esas evidencias en modelos de diseño de aprendizaje, con el fin de permitir el establecimiento de relaciones explícitas entre muestras de trabajo relevantes y objetivos de aprendizaje.

2. Evitar la sobrecarga de trabajo asociada a la dispersión de evidencias educativas

Una de los principales motivos que dificultan la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje es la sobrecarga asociada a la recopilación de evidencias dispersas en multitud de plataformas, VLEs y herramientas (Balaban *et al.*, 2011; Sweat-Guy y Buzzetto-More, 2007). Resulta, por lo tanto, recomendable dar una solución tecnológica que apoye a profesores y estudiantes en el uso de ePortfolios; aliviando su carga de trabajo y la necesidad de un conocimiento adicional sobre las herramientas empleadas.

Este objetivo parcial motiva la contribución tecnológica de esta tesis, centrada en el diseño de una arquitectura para la gestión de evidencias: ACE (*Automatic Collection of Evidence*, descrita en el Capítulo 4), que permite la recolección automática de muestras de trabajo en entornos distribuidos, tecnológicamente heterogéneos, para su centralización en un sistema gestor de *ePortfolio*.

Así, la consecución de estos dos objetivos parciales a través de las dos contribuciones de esta tesis se alinea con el soporte requerido para el cumplimiento del objetivo principal: facilitar al profesor la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje.

1.3 METODOLOGÍA

Según Creswell (2013), la elección de una metodología de investigación debe tener en cuenta la visión de la realidad con la que el investigador se acerca al estudio, así como los métodos con los que se recopilan, analizan e interpretan datos. Adicionalmente, es necesario considerar la naturaleza del problema que se pretende resolver, las experiencia personal del investigador y la audiencia a la que se comunicarán los resultados.

La presente tesis se enmarca dentro del programa de Doctorado en Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, siendo, por lo tanto, una contribución al campo de los sistemas de la información. Este campo se encuentra normalmente asociado al enfoque positivista, aunque esta vinculación no es exclusiva y existen investigadores que proponen el uso de otras aproximaciones, como la interpretativa, para su estudio (Orlikowski y Baroudi, 1991).

Sin embargo, el problema que motiva este trabajo de investigación está relacionado con el campo educativo, concretamente en los sistemas de aprendizaje apoyados por tecnología (TEL). Se pone, por lo tanto, el foco en la provisión de soluciones a problemas existentes a través de un

sistema con el que interaccionarán profesores y alumnos. Este factor humano y la complejidad que aporta al tema de estudio hacen más apropiada una perspectiva interpretativa, que no pretende controlar la realidad, sino entenderla en profundidad (Creswell, 2013). Esto se debe a que tanto la realidad como el conocimiento son productos sociales, por lo que el investigador tiene que interpretar la realidad que observa (Cohen *et al.*, 2007).

Cabe destacar, además, que en paralelo al proceso de investigación descrito en esta tesis doctoral, la autora ha trabajado en la industria. Su contexto profesional se centra en el desarrollo de *software* enmarcado dentro de las tendencias actuales de agilismo⁶ y *Design Thinking*, que animan a situar a las personas por encima de los procesos y diseñar soluciones centradas en el usuario final.

Así, retomando la idea que iniciaba esta sección, junto a la visión del investigador sobre el mundo, es necesario seleccionar un método que defina cómo estructurar el proceso. En este caso, el método debe incorporar fases de diseño, entendido como el acto de crear una solución explícitamente aplicable a un problema real (Vaishnavi y Kuechler, 2004). En esta línea, *Design Research* es una disciplina orientada a la creación y evaluación de artefactos IT cuyo objetivo sea resolver con éxito problemas organizacionales identificados.

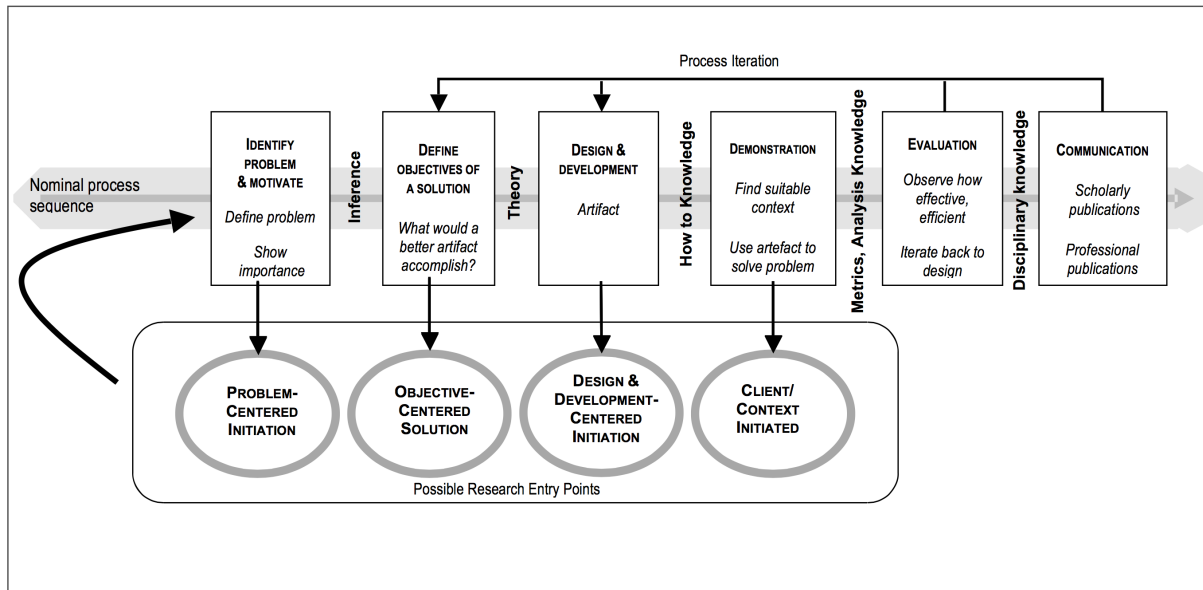


FIGURA 1.2: Design Science Research Methodology (DSRM) Process (Peppers *et al.*, 2007)

Apoyándose en estos principios, la metodología DSRM (*Design Science Research Methodology*) (Peppers *et al.*, 2007) propone un proceso para identificar el problema que motiva la investigación, diseñar artefactos que resuelvan el problema observado, hacer contribuciones de investigación, evaluar los diseños y comunicar los resultados a la audiencia adecuada. Estas fases se adecuan al trabajo a realizar para afrontar los objetivos planteados en esta tesis, por lo que se escoge DSRM por encima de otras opciones valoradas (p.ej. *Systems Development Research Methodology* (Nunamaker *et al.*, 1990)).

⁶<http://www.agilemanifesto.org/>

Design Science Research Methodology se presenta como una secuencia de seis actividades que definen el orden habitual en el que el investigador se enfrenta a las diferentes fases de su labor de investigación (Peffer et al., 2007):

1. **Identificación y Motivación del Problema:** *Definir el problema de investigación específico y justificar el valor de darle solución.*
2. **Definición de los objetivos de la solución:** *Inferir los objetivos de la solución a partir de la definición del problema y del conocimiento sobre qué es posible y viable. Los objetivos pueden ser cuantitativos (...) o cualitativos (...).*
3. **Diseño e implementación:** *Crear el artefacto. Estos artefactos pueden ser construcciones, modelos, métodos o instancias (todos ellos definidos en sentido amplio) o nuevas propiedades en recursos técnicos, sociales o informativos. (...) Esta actividad incluye determinar la funcionalidad deseada para el artefacto, así como su arquitectura y la creación del mismo.*
4. **Demostración⁷:** *Demostrar que el uso del artefacto soluciona una o más instancias del problema. Esta actividad puede involucrar su uso en experimentación, simulación, estudios de caso o pruebas de concepto.*
5. **Evaluación:** *Observar y medir hasta qué punto el artefacto generado supone una solución al problema. Esta actividad implica comparar los objetivos planteados inicialmente con los resultados reales observados durante la demostración del artefacto.*
6. **Comunicación:** *Comunicar el problema y su importancia, el artefacto, su utilidad y novedad, el rigor de su diseño y su efectividad para investigadores y otras audiencias relevantes, como profesionales practicantes, si aplica.*

Aunque las actividades descritas presentan un enlace natural entre ellas que marca el orden más adecuado en el que deben llevarse a cabo, la finalización de todas ellas no conlleva necesariamente el fin de la labor investigadora, pudiendo recurrir a nuevas iteraciones del proceso de *Design Research*. Esta metodología se aplica con éxito en otros escenarios de investigación multidisciplinarios, como los casos descritos en (Peffer et al., 2007) en relación a situaciones tan diversas como la creación una base de datos de diagnóstico médico o el establecimiento de un nuevo método para la generación creativa de ideas de valor añadido para los clientes de una empresa tecnológica.

Tal y como se representa en la Figura 1.2 es posible comenzar la labor de investigación en distintos puntos del proceso. El punto de entrada para este trabajo de tesis es la definición de un problema observado en entornos educativos. Podemos hablar, por lo tanto, de una iniciación centrada en el problema (*Problem-centered Initiation*) (Peffer et al., 2007).

El presente trabajo de tesis puede entenderse como la sucesión de tres iteraciones principales que llevaron, en primer lugar, a la definición del modelo de diseño orientado a evidencias educativas (EADM - *Evidence Aware Design Model*), en segundo lugar a la puesta en marcha de

⁷Nótese que se utiliza en este caso la acepción anglosajona del término *demostración* por traducción directa de los términos de referencia de la metodología. Se trata, por lo tanto, de mostrar el trabajo realizado. En ningún caso se refiere a una demostración científica positivista de los resultados observados.

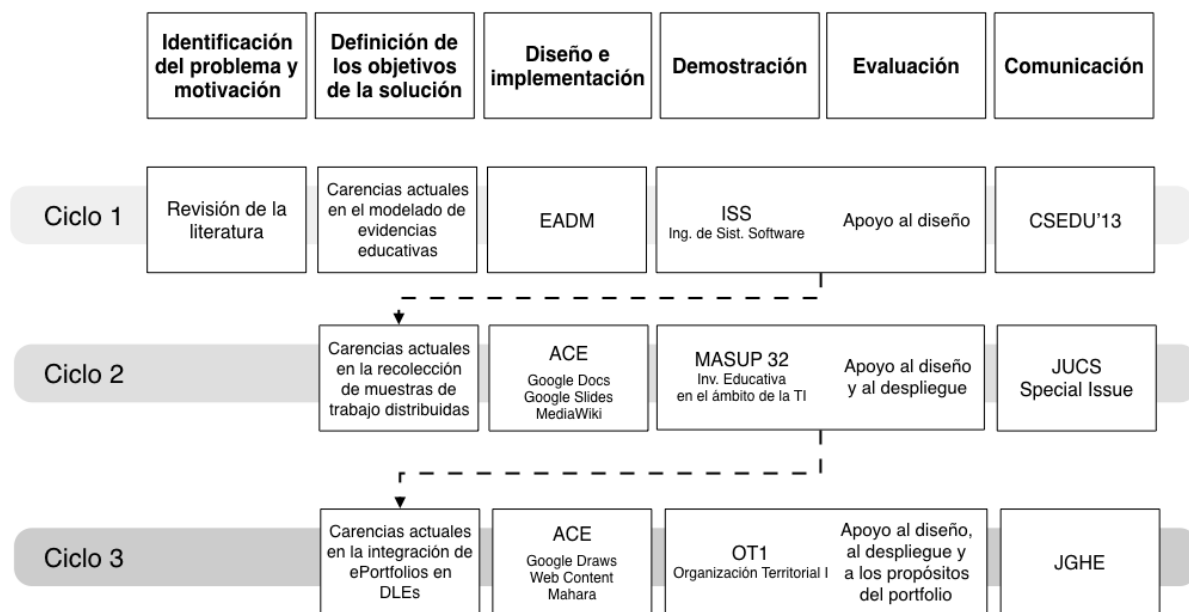


FIGURA 1.3: Ciclos DSRM iterativos en los que se ha estructurado este trabajo de tesis

la arquitectura propuesta en un escenario controlado (con un prototipo limitado) y, en tercer lugar, al refinamiento de la solución en nuevas experiencias de evaluación (en las que variaban diferentes factores como el número y tipo de herramientas o la cantidad de alumnos). La relación entre estas tres iteraciones y las etapas DSRM específicas se recogen en la Figura 1.3. Esta figura unifica las fases de Demostración y Evaluación en un mismo episodio, puesto que las experiencias de evaluación se utilizaron con ambos propósitos: mostrar el prototipo para su experimentación en pruebas de concepto controladas, observando y midiendo al mismo tiempo la adecuación de la solución propuesta al problema identificado.

- Ciclo 1:** Durante el primer acercamiento al problema de investigación, se realizó una revisión de la literatura, que permitió comprender las diferentes dimensiones del problema y motivar el proceso de investigación. A continuación, se planteó como objetivo específico la resolución de las carencias actuales en el modelado de evidencias educativas, proponiendo el modelo EADM (*Evidence Aware Design Model*) como complemento adecuado a los modelos actuales. Este objetivo de ciclo se relaciona con el primer objetivo parcial descrito en la Sección 1.2: *Ayudar al profesor a identificar evidencias educativas relevantes durante el proceso de diseño de situaciones de aprendizaje*. Su utilidad se demostró y evaluó sobre el diseño de una asignatura de la Universidad de Valladolid, comunicando los resultados de esta fase en la *5th International Conference on Computer Supported Education* (Lozano-Álvarez *et al.*, 2013).
- Ciclo 2:** Tras evaluar el modelo de diseño educativo orientado a evidencias, se inicia una nueva iteración modificando los objetivos concretos de investigación. En este caso, se trata la recolección de muestras de trabajo dispersas en soluciones tecnológicamente

heterogéneas. Este objetivo de ciclo se relaciona con el segundo objetivo parcial descrito en la Sección 1.2: *Evitar la sobrecarga de trabajo asociada a la dispersión de evidencias educativas*. Así, se diseña la arquitectura ACE (*Automatic Collection of Evidence*) y se implementa el prototipo necesario para su demostración y evaluación sobre una asignatura en curso de la Universidad de Valladolid: *Investigación Educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática - MASUP B32*. Los resultados de esta puesta en marcha sobre una situación de aprendizaje real se publican en el *Journal of Universal Computer Science*, dentro de su número especial dedicado a tecnologías de evaluación alineadas, integradas y escalables⁸ (Lozano-Álvarez *et al.*, 2015).

- **Ciclo 3:** Una vez resuelto el reto técnico de conectar diferentes plataformas, se trabaja la integración de las mismas desde el punto de vista conceptual: portfolios digitales en entornos educativos heterogéneos. Para ello, se extiende al arquitectura existente de forma que se permita demostrar y evaluar la solución en un rango más amplio de situaciones educativas. Este objetivo de ciclo se certifica el objetivo global de la tesis descrito en la Sección 1.2: *Facilitar al profesor la explotación de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje*. Se escoge *Organización del Territorio I* como el principal representante de este ciclo de evaluación. Los resultados finales del trabajo realizado en esta tesis forman parte de una publicación actualmente en fase de escritura, donde se cuenta con la colaboración del profesor de dicha asignatura.

El enfoque investigador interpretativo escogido para la presente tesis determina la forma que tendrán las experiencias de evaluación de cada ciclo. Concretamente, se diseñará la evaluación para la captura de evidencias que iluminen la pregunta de investigación y muestren en profundidad cómo la solución propuesta ayuda a cumplir con los objetivos establecidos para esta tesis. Estas experiencias contarán con pocos participantes, primando las preguntas de evaluación abiertas. El objetivo principal en este caso es comprender e interpretar la realidad percibida por los profesores participantes en las experiencias de evaluación. Las conclusiones son, por lo tanto, válidas en su contexto específico, sin ánimo de extrapolar conclusiones generalizables a cualquier situación de aprendizaje soportado por tecnología (Guba, 1981).

1.4 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA DE TESIS

El proceso iterativo escogido permite incorporar a cada fase las lecciones aprendidas en la anterior, proporcionando en cada caso una solución más completa y precisa para el problema de integración de ePortfolios en entornos distribuidos. Sin embargo, por sencillez para el lector, la estructura de esta memoria, descrita a continuación, propone una organización lineal en la presentación de las contribuciones finales del trabajo de investigación, que unifican los resultados obtenidos tras las tres iteraciones.

Las distintas etapas de los tres ciclos DSRM realizados a lo largo de la presente tesis, detallados en la Sección 1.3, se agrupan en los capítulos que conforman esta memoria de la manera representada en la Figura 1.4.

⁸http://jucs.org/jucs_21_8/aligned_embedded_and_scalable/

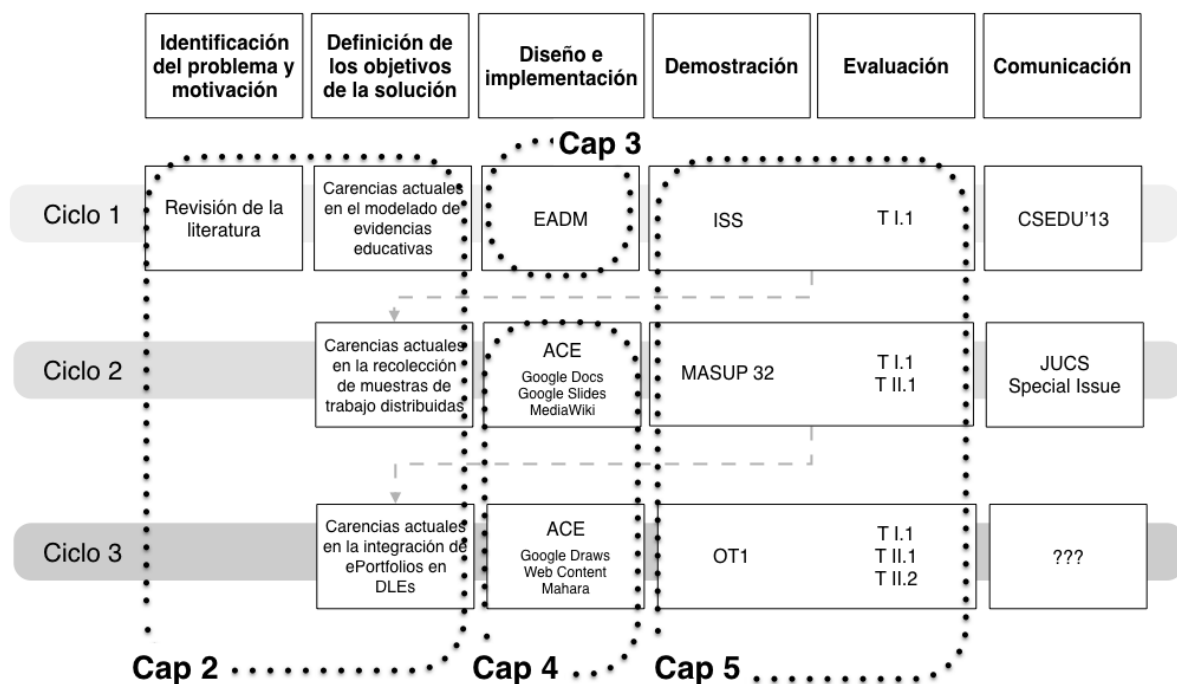


FIGURA 1.4: Ciclos DSRM iterativos en los que se ha estructurado este trabajo de tesis

Así, el Capítulo 2 revisa el contexto de investigación de la tesis. Para ello, profundiza de manera individual en el campo de los portfolios digitales y los entornos distribuidos de aprendizaje. Posteriormente, analiza la situación actual, de manera combinada, de la utilización de ambas soluciones tecnológicas. Este capítulo concluye con la definición de las prestaciones esperadas para la correcta integración de evidencias educativas en DLEs.

El Capítulo 3 describe la primera de las contribuciones de esta tesis, el Modelo de Diseño Orientado a Evidencias Educativas (EADM - *Evidence Aware Design Model*), cuyo objetivo principal es facilitar el proceso de establecimiento de una relación explícita entre los objetivos educativos perseguidos por una situación de aprendizaje determinada y las evidencias educativas generadas a lo largo de la misma.

La segunda contribución de esta tesis se describe en el Capítulo 4, que detalla los principios arquitectónicos necesarios para la recolección automática de evidencias educativas (ACE - *Automatic Collection of Evidence*). Este capítulo desvela, asimismo, los casos de uso esperados para esta plataforma y las interfaces necesarias para la extensión de esta arquitectura con nuevos adaptadores para diferentes herramientas.

El Capítulo 5 presenta para la evaluación de las contribuciones de esta tesis doctoral. De

esta forma, se valorarán las contribuciones de esta tesis desde tres puntos de vista principales: el apoyo al diseño educativo, el apoyo al despliegue de situaciones de aprendizaje y apoyo a los propósitos específicos de los portfolios digitales.

Por último, las conclusiones de esta tesis se presentan en el Capítulo 6, en forma de resumen de las contribuciones presentadas, así como los resultados de su evaluación. Adicionalmente, se dibujan las líneas de trabajo derivadas del trabajo de investigación completado en esta tesis.

Capítulo 2

CONTEXTO DE INVESTIGACIÓN

LA motivación de este trabajo de tesis, presentada en el Capítulo 1, centra la atención del lector sobre el aprendizaje apoyado por tecnología (TEL - *Technology Enhanced Learning*). Concretamente, se persigue aliviar los problemas asociados a la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje (DLE - *Distributed Learning Environment*).

Este Capítulo describe el contexto investigador de la tesis, detallando, en primer lugar los dos elementos principales que se pretende integrar (ePortfolios y DLEs), para analizar a continuación los beneficios y carencias detectados en las alternativas actuales a dicha integración.

Este análisis identifica los tres modelos básicos de integración actuales (portfolio digital independiente, módulo de portfolio dentro del VLE y portfolio digital independiente integrado en un VLE). En todos estos casos, la utilización de un gestor de portfolio digital hace que la sobrecarga de trabajo para el profesor en la orquestación de la situación de aprendizaje aumente, llegando a ser inmanejable para un número elevado de alumnos o plataformas educativas empleadas. Esta carencia en las propuestas existentes sugiere la búsqueda de una nueva solución, capaz de ser suficientemente flexible para adaptarse a los propósitos del profesor, sin suponer un aumento de trabajo significativo para el docente.

2.1 INTRODUCCIÓN

Expuesto en el Capítulo 1, el contexto de investigación de esta tesis (ver Figura 2.1) está centrado en el aprendizaje apoyado por tecnología (TEL - *Technology Enhanced Learning*) (Dillenbourg *et al.*, 2009). Dentro de este ámbito, se consideran, por una parte, los entornos distribuidos de aprendizaje (DLE - *Distributed Learning Environment*) (MacNeill y Kraan, 2010) y, por otra, los portfolios digitales¹ (Barrett, 2011). En los primeros, el profesor decide apoyar una situación de aprendizaje con un entorno virtual de aprendizaje (VLE - *Virtual Learning Environment*) (Dillenbourg, 2000) y una serie de herramientas Web 2.0 externas. En los segundos,

¹A lo largo de esta tesis, se utilizarán los términos *ePortfolio* y *portfolio digital* de forma equivalente

tanto el proceso de aprendizaje como el resultado del mismo es visible a través de una colección de muestras de trabajo ordenada, facilitando la labor evaluadora del profesor.

Una combinación de ambos sistemas puede resultar ventajosa para el apoyo de un amplio rango de situaciones de aprendizaje. Por una parte, el profesor puede escoger la herramienta más adecuada para cada actividad propuesta, mientras que, por su parte, el portfolio digital ofrece un medio sencillo para centralizar y evaluar el trabajo del alumno (Yang *et al.*, 2015).

Sin embargo, la integración de portfolios digitales y entornos distribuidos de aprendizaje se ve afectada por algunas de las desventajas de los sistemas apoyados por tecnología, como la dispersión de la información o la heterogeneidad de los componentes empleados (Ravet, 2007). Es, por lo tanto, un problema complejo, en el que se centra la presente tesis.

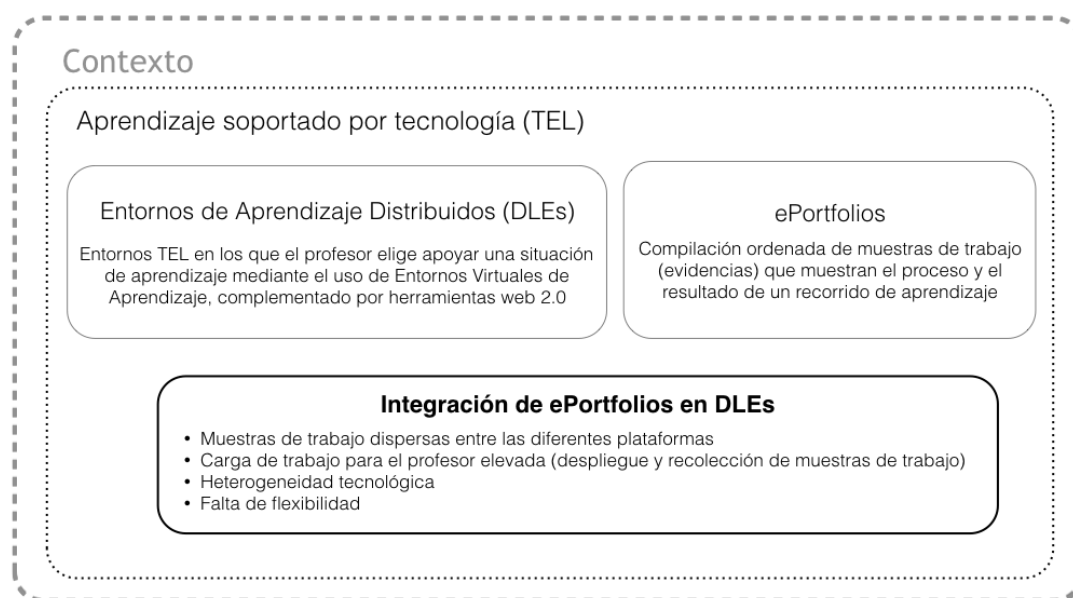


FIGURA 2.1: Contexto investigador de este trabajo de tesis, extraído de la Figura 1.1

Con el objetivo de comprender mejor este contexto investigador, este capítulo se dedica al estudio en detalle de los principales elementos que necesarios para una integración exitosa de ePortfolios en DLEs. Para ello, la Sección 2.2 presenta los portfolios digitales como herramientas de *assessment*, y la Sección 2.3 analiza los entornos distribuidos de aprendizaje. Posteriormente, la Sección 2.5 destaca el papel del diseño educativo dentro del ciclo de vida de una situación de aprendizaje apoyada por tecnología. Finalmente, la Sección 2.4 presenta las aproximaciones actuales para el uso de portfolios digitales en situaciones distribuidas e identifica sus principales carencias.

2.2 EVALUACIÓN EDUCATIVA Y PORTFOLIOS DIGITALES

La Asociación Internacional para la Educación apoyada por Tecnología (ITEA - *International Technology Education Association*) define la evaluación educativa como el proceso sistemático y

multi-etapa de recolección y análisis de evidencias del aprendizaje, la comprensión y las habilidades adquiridas por un alumno (ITEA, 2013). Dependiendo del objetivo, esta actividad puede entenderse, en primer lugar, como una evaluación sumativa (por ejemplo, la nota final de una asignatura constituida por un 30 % por un trabajo grupal y un 70 % por la nota del examen), se usa para valorar el rendimiento general del alumno, mediante la asignación de una nota o un nivel de competencia (ITEA, 2007). En segundo lugar, el *assessment* puede ser utilizado, con un propósito formativo, para mejorar el aprendizaje. En este caso, su objetivo principal es la provisión de realimentación sobre el progreso del estudiante para ajustar el plan futuro de aprendizaje (Chan y Van Aalst, 2004). Este tipo de *assessment* sirve para el guiado del aprendizaje, proporcionando a los alumnos apoyo en las actividades que están realizando, de acuerdo a dos dimensiones: en primer lugar, mostrando a los estudiantes la diferencia entre su estado de avance puntual y los objetivos esperados. En segundo lugar, indicándoles las acciones a llevar a cabo para minimizar esa diferencia (Black y Wiliam, 1990). Entendido de esta manera, el *assessment* formativo debe considerarse parte del proceso de aprendizaje de los alumnos.

Adicionalmente, la enseñanza actual está involucrada en un proceso de reorientación de sus currículos hacia las consideradas competencias del siglo XXI, como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración o la capacidad de resolver problemas (Rodríguez-Triana *et al.*, 2013). Sin embargo, los métodos de evaluación no han sido actualizados, y están fuertemente basados en la evaluación sumativa de conocimiento estático y resultados finales (Rusman *et al.*, 2013). Es decir, se mantiene un enfoque de evaluación del aprendizaje (*assessment OF learning*) en lugar de buscar un enriquecimiento del proceso educativo a través de la evaluación (*assessment FOR learning*) (Barrett, 2011).

Esta importancia general del *assessment* para el proceso de enseñanza y aprendizaje requiere tener en cuenta ciertas consideraciones a la hora de ponerlo en marcha: la evaluación tanto de los procesos y como de los productos; su realización a lo largo de toda la actividad de aprendizaje, no sólo al final de la misma; o la redistribución de la responsabilidad de *assessment* entre profesores alumnos, en lugar de mantener al profesor como el único con potestad para evaluar (Boud *et al.*, 1999). En esta línea, aparecen nuevas formas de *assessment* como la evaluación del rendimiento (*performance assessment* o *authentic assessment*), la evaluación basada en portfolios o la evaluación entre pares (Prins *et al.*, 2005; Joosten-ten Brinke *et al.*, 2005).

Algunos de estos aspectos del *assessment* formativo pueden ser facilitados y mejorados por tecnología (Gray, 2008; Pachler *et al.*, 2010). Por ejemplo, gracias a la tecnología se garantiza el acceso a la información de los diferentes actores (pares, expertos y profesores) en cualquier momento y en cualquier lugar; proporcionando a los alumnos un mayor control sobre su aprendizaje. Al mismo tiempo, el tiempo requerido para recibir realimentación se recorta, de forma que es posible corregir malentendidos y desviaciones de forma más ágil. En este sentido, la tecnología permite registrar, procesar y visualizar las acciones y resultados del alumno, haciéndolos visibles con propósitos educativos como la reflexión (individual o en grupo) sobre la tarea o la puesta en valor del proceso de aprendizaje del alumno. Desde el punto de vista del profesor, la tecnología ofrece posibilidades para reducir el tiempo de *assessment*, actualizar y combinar material o contribuir a la puesta en marcha de escenarios más variados o realistas (Rusman *et al.*, 2013). Algunos ejemplos de estos instrumentos tecnológicos para el *assessment* son los portfolios digitales, la analítica del aprendizaje (*learning analytics*) o su combinación con rúbricas enriquecidas.

Se define el portfolio digital como una colección ordenada de muestras de trabajo electrónicas (o *evidencias*), que ponen de manifiesto tanto el proceso como los resultados de un recorrido de

aprendizaje (Barberà-Gregori y Martín-Rojo, 2009; Barrett, 2011).

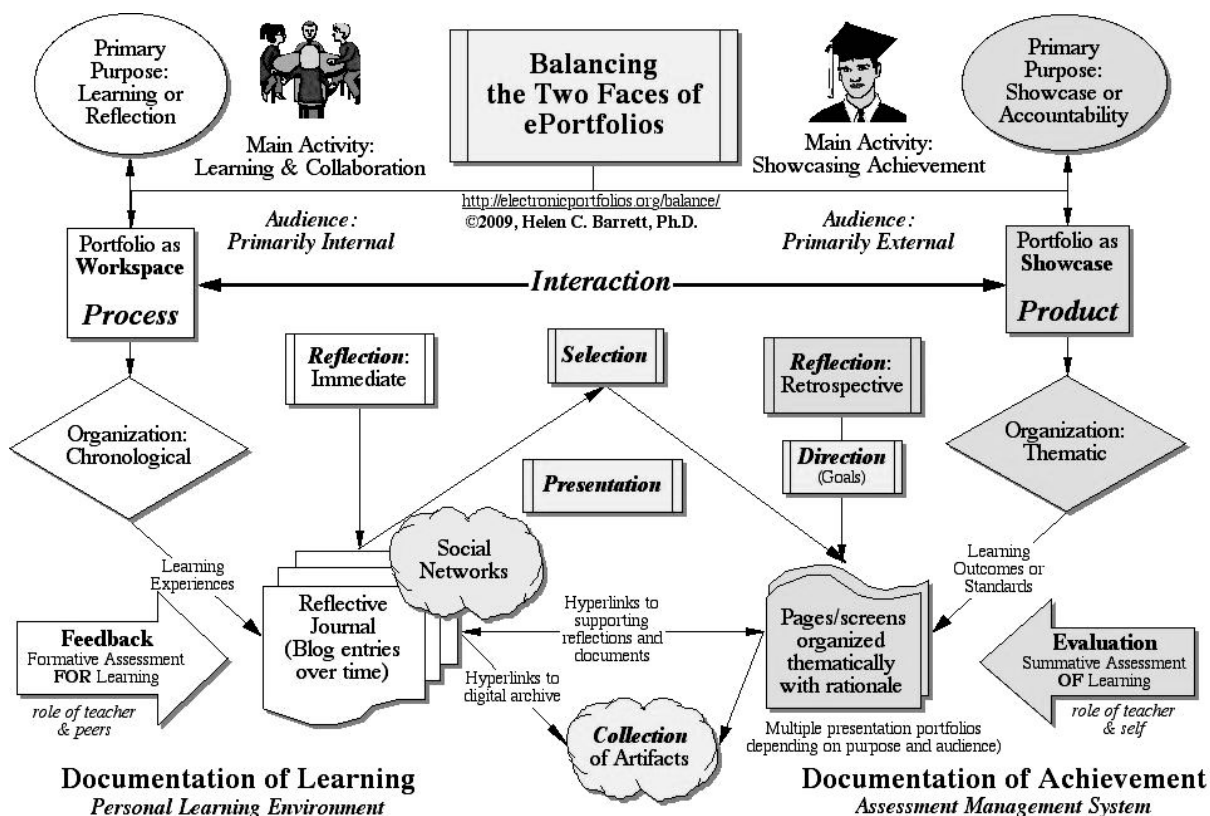


FIGURA 2.2: Propósitos del portfolío digital: almacén, espacio de trabajo y escaparate (extraído de (Barrett, 2011))

Entendido de esta manera, el portfolío digital atiende a diferentes propósitos (Barrett, 2007b). En primer lugar, es posible entenderlo como un *almacén*, que centraliza muestras de trabajo para su posterior uso, como podría ser la evaluación sumativa. Por ejemplo, un mapa mental generado como parte de una actividad de aprendizaje puede guardarse para su revisión posterior por parte del profesor, una vez que la situación de aprendizaje ha finalizado.

Por otra parte, es posible emplear estas evidencias generadas en una fase determinada como artefacto de entrada a una fase posterior, de forma que el portfolío se convierte en un *espacio de trabajo*. Así, por ejemplo, el profesor u otros estudiantes pueden proveer realimentación sobre esta muestra de trabajo en el propio portfolío. Esta faceta convierte a los portfolios digitales en herramientas de apoyo para la evaluación formativa.

Por último, es posible seleccionar determinadas evidencias para formar una vista del portfolío que sirva de *escaparate* de determinadas competencias adquiridas para, por ejemplo, demostrar el nivel necesario para acceder a una asignatura avanzada o a un puesto de trabajo específico.

Estos tres propósitos (almacén, espacio de trabajo y escaparate) se relacionan entre ellos de acuerdo al esquema representado en la Figura 2.2, extraído de Barrett (2011). En ella, se habla de dos facetas del portfolío, puesto que su propósito de almacén y centralización de evidencias

The screenshot shows a Mahara portfolio page. At the top, there is a navigation bar with the Mahara logo, user information (Manolito Gafotas), settings (Ajustes), notifications (0), and a logout button (Cerrar sesión). Below the navigation bar are menu items: Dashboard, Contenido, Mi Portafolio, and Grupos. A search box labeled 'Buscar cuentas' is on the right. The main content area features the title 'El pino piñonero' by Manolito Gafotas. To the right of the title are buttons for 'Modificar esta vista', 'Copy', and a menu icon. The text describes the pine cone and its characteristics. A photograph of a pine tree is shown on the right. Below the text and image is a 'Comentarios' section with a comment from Ana MASUP, posted 13 seconds ago, which says '¡Me encanta esa foto!', '¿Crees que podrías extender la información sobre esta especie?', and 'Me interesa mucho :)'. There is a trash icon next to the comment.

FIGURA 2.3: Ejemplo de publicación individual en Mahara

(situado en la nube central de la figura - *Collection of artifacts*) se considera el punto de partida común a los otros dos. Así, en función de la audiencia esperada y la principal actividad que se pretende llevar a cabo, se agrupan los propósitos del portfolio entre documentar el aprendizaje (*Documentation of Learning*) y documentar los logros conseguidos (*Documentation of Achievement*).

En el primer caso, se habla de realimentación formativa para el aprendizaje (*assessment FOR learning*). El portfolio sirve, fundamentalmente, como espacio de trabajo, en el que las principales actividades son, precisamente, el aprendizaje y la colaboración. Por este motivo, la audiencia esperada es interna, entendida como los propios alumnos y docentes que participan en la situación de aprendizaje. Así, las muestras de trabajo se convierten en evidencias cronológicas del avance del alumno a lo largo de su proceso formativo. Por ejemplo, en el caso de un taller de escritura de una novela, el alumno puede utilizar su portfolio para ir publicando los diferentes capítulos, recibiendo comentarios tanto del docente como del resto de compañeros, que le sirvan para mejorar sus cualidades de expresión escrita.

La Figura 2.3 muestra un ejemplo en el gestor de portfolio Mahara² de una publicación de

²La Sección 2.4 recoge otros ejemplos de gestores de portfolio, así como un análisis general de las capacidades de los mismos.

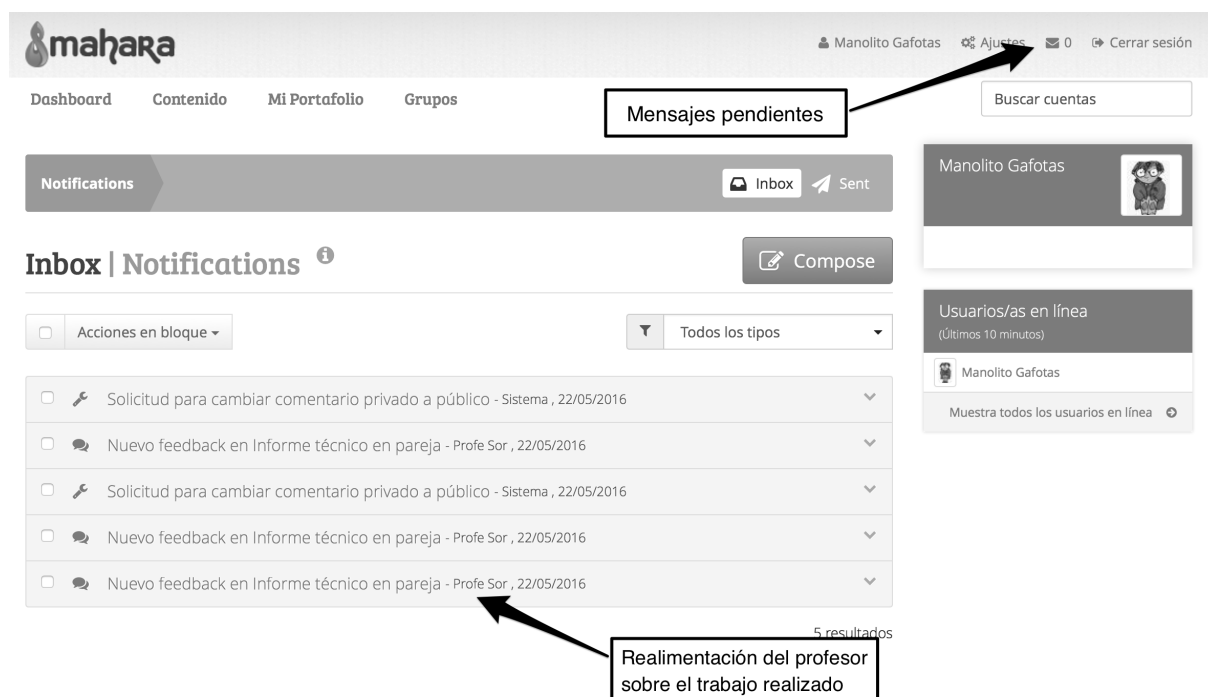


FIGURA 2.4: Ejemplo de mensajería en Mahara

un alumno comentada por un compañero. Este mecanismo de realimentación sobre el trabajo realizado puede ser usado tanto por profesores como alumnos, estableciendo un espacio de trabajo público, en el que cualquier participante en la actividad de aprendizaje puede participar. En caso de que los comentarios a realizar requieran de mayor privacidad, la Figura 2.4 muestra la bandeja de entrada de un alumno, que recibe notificaciones de la mensajería privada interna a la plataforma.

Frente a esta evaluación formativa, el portafolio digital también apoya la evaluación sumativa del aprendizaje (*assessment OF learning*). En este caso, el portafolio se emplea como un demostrador de los logros conseguidos, en la mayoría de los casos de cara a una audiencia externa (futuros profesores, otras instituciones educativas o posibles empleadores). Las evidencias elegidas para formar parte de este escaparate son, por lo tanto, el producto finalizado del proceso de aprendizaje. Por ejemplo, cuando un alumno finaliza un grado universitario, el almacenamiento y presentación de las mejores soluciones propuestas para los problemas que ha ido resolviendo durante los años de formación sirven como carta de presentación para posibles procesos de selección de acceso a ciclos formativos superiores. De esta manera, los evaluadores tienen una primera noción de las competencias del candidato, que les permitirá decidir si el alumno está preparado para iniciar su nueva andadura. La Figura 2.5 muestra un ejemplo de perfil de un hipotético alumno en el que, además de información general sobre el mismo, aparecen todas las publicaciones que el estudiante ha decidido incluir en su portafolio.

De acuerdo a este planteamiento, el ePortafolio se convierte en una herramienta de *assessment* fundamental para el profesor, tanto para la realización de una evaluación formativa durante la

The image shows a user profile on the Mahara platform. At the top, there is a navigation bar with the Mahara logo, user name 'Manolito Gafotas', and options for 'Ajustes', '1' notification, and 'Cerrar sesión'. Below this is a secondary navigation bar with 'Dashboard', 'Contenido', 'Mi Portafolio', and 'Grupos', along with a search box for accounts. The main profile area features a user avatar and the name 'Manolito Gafotas'. A 'Sobre mi' section lists personal information: 'Primer Nombre: Manolito', 'Apellido: Gafotas', 'Dirección del Website oficial: http://www.clubmanolitogafotas.com/', 'Ciudad/Región: Madrid', 'País: España', and 'Facebook: https://www.facebook.com/Manolito-Gafotas-188952327805580/'. A 'My portfolios' section lists 'El pino piñonero' and 'Teletráfico y gestión (4 páginas)'. A video titled '¡Éste soy yo!' with the subtitle 'Top 10 Hobbies' is displayed, showing a person performing a handstand on a beach.

FIGURA 2.5: Ejemplo de perfil de un alumno en Mahara

ejecución de las situaciones de aprendizaje como para la evaluación sumativa final (Yang *et al.*, 2015). Sin embargo, la adopción de los portafolios digitales como herramientas de *assessment* no es inmediata (Yang *et al.*, 2015). Según Balaban *et al.* (2011) un buen número de los factores que determinan el éxito de la puesta en marcha de portafolios digitales en una institución educativa están relacionados con la integración de los mismos en el contexto específico de esa institución, tanto desde el punto de vista organizativo como funcional. Por esta razón, las siguientes secciones analizan la presencia y utilización de portafolios digitales en el contexto específico de los entornos distribuidos de aprendizaje.

2.3 ENTORNOS DISTRIBUIDOS DE APRENDIZAJE

Como se ha mencionado anteriormente, este trabajo de tesis se enmarca dentro del área del aprendizaje apoyado por tecnología (TEL - *Technology Enhanced Learning*) y, más concretamente, aquellas situaciones de aprendizaje apoyadas por entornos distribuidos de aprendizaje (DLE - *Distributed Learning Environments*).

Siguiendo esta aproximación, los profesores eligen una plataforma a modo de entorno virtual de aprendizaje (VLE - *Virtual Learning Environment*) (Dillenbourg, 2000), que apoye las situaciones de aprendizaje que pretenden llevar a cabo. Esta definición amplia agrupa sistemas que han sido diseñados como espacios de información en los que múltiples actores pueden realizar aportaciones y espacios sociales en los que se promueven las discusiones e interacciones sincrónicas o asíncronas. En los entornos virtuales de aprendizaje, tanto los profesores como los alumnos son actores principales, que, además de consumir, generan contenido. Para ello, los VLEs

agrupan diferentes herramientas internas, capaces de apoyar una variedad de tareas, situaciones de aprendizaje y enfoques pedagógicos. Algunos ejemplos de esta aproximación son Moodle³, LAMS⁴, Blackboard⁵, Sakai⁶ o dotLearn⁷.

Sin embargo, es común que, en estos casos, los educadores se enfrenten al problema de que estas plataformas disponen de un número reducido de herramientas, de forma que estos útiles incorporadas no siempre ofrecen la funcionalidad que los profesores buscan (Bower y Wittmann, 2011; Tchounikine, 2013). Incluso en el caso de que el VLE ofrezca la funcionalidad requerida, los docentes suelen preferir emplear herramientas con las que ya están familiarizados, que consideran mejores, que se utilicen más comúnmente por los alumnos, que tengan funcionalidad añadida, que sean abiertas o más personalizables. Debido a esto, el uso de VLEs se limita en muchos casos a ser repositorios de contenido o tableros administrativos (anuncios de asignaturas, envío de tareas terminadas...).

Por esta razón, emergen nuevas líneas de trabajo con el objetivo de expandir los entornos de aprendizaje, haciendo los VLEs más personalizables (Sclater, 2008), adaptándolos a plataformas institucionales (White y Davis, 2011) e integrando herramientas externas, especialmente las denominadas Web 2.0 (Dagger *et al.*, 2007; Sclater, 2008; Livingstone y Kemp, 2008). Estas alternativas se agrupan bajo el concepto de Entornos Distribuidos de Aprendizaje (DLE - *Distributed Learning Environments*), referido a cualquier entorno de aprendizaje que integra herramientas de terceros para el apoyo de una determinada situación educativa (MacNeill y Kraan, 2010).

Gracias a la utilización de este tipo de aproximación, más flexible con los intereses del profesor, se consigue aliviar los inconvenientes mencionados anteriormente de la utilización entornos virtuales de aprendizaje aislados. Por esta razón, el uso de entornos distribuidos de aprendizaje está extendido actualmente dentro del aprendizaje apoyado por tecnología (Leangsuksun *et al.*, 2006).

Sin embargo, la incorporación de diferentes plataformas supone algunos desafíos adicionales para el profesor, puesto que complica la gestión de la situación de aprendizaje. Así, el uso de este tipo de entornos supone un cierto número de operaciones manuales que el profesor debe llevar a cabo en cada una de las plataformas escogidas para apoyar la situación de aprendizaje, como la creación o configuración de instancias de las mismas para su uso por parte de los alumnos, tanto individualmente como en grupo, así como el seguimiento y adaptación durante la ejecución de la situación de aprendizaje (Prieto *et al.*, 2014). El conjunto de acciones que un profesor debe llevar a cabo para la puesta en marcha de una situación de aprendizaje apoyada por tecnología se denomina orquestación (Dillenbourg *et al.*, 1996). De hecho, Sutherland y Joubert (2010) identifican, precisamente, la orquestación como *el gran reto del aprendizaje apoyado por tecnología*.

Adicionalmente, entre las plataformas educativas más comunes es posible encontrar, por un lado, proyectos de código abierto usados por una gran comunidad de usuarios, como Moodle⁸ o Elg⁹. Pero, por otra parte, aparecen plataformas propietarias, desarrolladas por empresas pri-

³<http://moodle.org>

⁴<http://www.lamsfoundation.org>

⁵<http://www.blackboard.com>

⁶<https://sakaiproject.org/>

⁷<http://dotlrn.org/>

⁸<http://moodle.org>

⁹<http://elgg.org/>

vadas, como Blackboard¹⁰ o Google Apps¹¹. Estas diferencias en la naturaleza de las soluciones (que afecta tanto a entornos virtuales de aprendizaje como a herramientas externas) se refleja en una gran heterogeneidad de lenguajes de programación e interfaces, que dificultan la integración e interoperabilidad entre estos sistemas.

Por este motivo, varias iniciativas de investigación surgidas en los últimos años proponen distintos enfoques de integración de herramientas externas en VLEs (Alario-Hoyos y Wilson, 2010). Por ejemplo, la especificación IMS-LTI (*Learning Tools Interoperability*) (IMS Global Consortium, 2014) establece contratos para una integración estrecha entre un amplio rango de herramientas, desde aplicaciones web sencillas a entornos de aprendizaje o *assessment* específicos. Sin embargo, conseguir esta integración estrecha implica la imposición de requisitos estrictos tanto para los VLEs como para las herramientas, por lo que la mayoría de los proveedores de estos sistemas se resisten a implementar la compatibilidad con esta especificación. En un intento de ofrecer contratos menos estrictos, Basic LTI (IMS Global Consortium, 2010) es un subconjunto simplificado de la especificación IMS-LTI para la integración ligera de aplicaciones web. Como contrapartida, es el propio profesor el que debe gestionar los recursos externos integrados (es decir, en caso de usar Google Documents, el propio profesor debe crear y configurar cada documento de manera individual). En un enfoque distinto a las anteriores, el *framework* Apache Wookie¹² se basa en la implementación de *widgets* W3C¹³ y posibilita su gestión, despliegue, configuración y almacenamiento. Sin embargo, siendo una propuesta generalista, Apache Wookie carece de un diseño orientado específicamente a cubrir las necesidades del ámbito educativo.

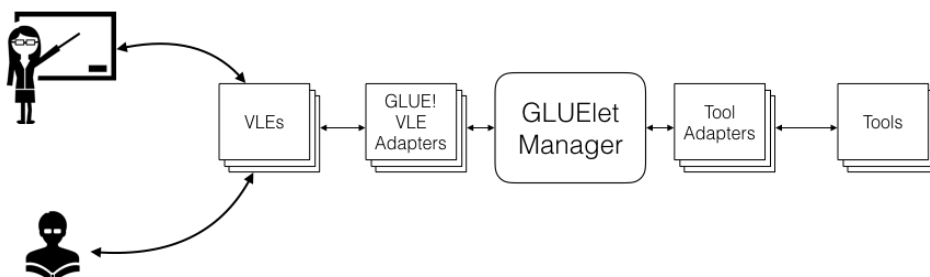


FIGURA 2.6: Arquitectura GLUE! para la integración de un VLE y diversas herramientas web 2.0 en un DLE (Alario-Hoyos, 2012)

En un intento de reducir el esfuerzo medio de integración de nuevas herramientas en un DLE, GLUE! (*Group Learning Unified Environment* - Entorno Unificado de Aprendizaje en Grupo, Alario-Hoyos *et al.* (2013)) es una arquitectura orientada a servicios, desarrollada con múltiples tecnologías en diferentes VLEs. Esta arquitectura emplea un patrón de diseño basado en adaptadores que, a través de interfaces ReST (Fielding, 2000), consigue integraciones ligeramente acopladas y sencillas. Para ello, define tres elementos principales, representados de forma sencilla en la Figura 2.6. Un conjunto de adaptadores implementa el contrato entre los entornos

¹⁰<http://www.blackboard.com>

¹¹<http://apps.google.com/>

¹²<http://wookie.apache.org/>

¹³<http://www.w3.org/TR/widgets/>

virtuales de aprendizaje más extendidos y el servicio de central de la arquitectura: el *GLUE!et Manager*. Este servicio se encarga de la creación y configuración de instancias concretas de las herramientas, con las que se comunica a través del contrato establecido gracias a los adaptadores de herramientas disponibles. Los mencionados contratos especifican la funcionalidad básica que debe cubrirse con cada entorno virtual o herramienta externa, consiguiendo una integración ligera entre todos ellos. En caso de necesitar extender GLUE!, es suficiente con desarrollar un nuevo adaptador para el componente que se desea integrar.

Los entornos distribuidos de aprendizaje son, por lo tanto, de gran interés en el aprendizaje apoyado por tecnología, puesto que ofrecen al profesor flexibilidad a la hora de escoger la herramienta más adecuada al proceso educativo que pretende poner en marcha. Sin embargo, la heterogeneidad de estos entornos introduce nuevos desafíos en la orquestación de las diferentes situaciones de aprendizaje en escenarios distribuidos, que impactan en la carga de trabajo a la que se somete el profesor. Algunas propuestas existentes, como la arquitectura GLUE!, resuelve la conexión ligera entre estos componentes. Sin embargo, como se verá en la siguiente sección, esta distribución y heterogeneidad aún ofrece más desafíos que es necesario considerar.

2.4 INTEGRACIÓN DE EPORTFOLIOS EN DLES

En un intento de ilustrar y analizar los retos asociados al apoyo al *assessment* formativo en entornos distribuidos, los siguientes apartados presentan un ejemplo ilustrativo de la complejidad del problema, una clasificación de los gestores de portfolio actuales en función de sus capacidades de integración y las posibilidades actuales para el uso de portfolios digitales en DLEs.

2.4.1 EJEMPLO ILUSTRATIVO

La sección anterior define los entornos distribuidos de aprendizaje para el apoyo de situaciones educativas gracias a un amplio rango de posibles herramientas que el profesor pone a disposición de sus alumnos para la adquisición de ciertas competencias. Sin embargo, la orquestación de situaciones de aprendizaje apoyadas por tecnología no es sencilla. Concretamente, la evaluación y seguimiento de los alumnos debe considerar el abanico de plataformas ofertadas, lo que complica especialmente el *assessment* formativo de esos alumnos.

Por ejemplo, supongamos que un profesor de química decide emplear recursos pedagógico disponibles en Youtube¹⁴ para complementar su formación en aula. Adicionalmente, pretende que sus alumnos suban a la misma plataforma el resultado de sus prácticas en laboratorio, así como la utilización de una Wiki como diario de avance a lo largo de la asignatura y Google Docs¹⁵ para la redacción del informe final que recoja el proceso químico realizado. Estas actividades se complementarán con trabajo en grupo en ciertas fases de la situación de aprendizaje y la revisión y realimentación del trabajo realizado por sus compañeros de clase. En este contexto, el profesor se enfrenta, en primer lugar, a la dificultad de puesta en marcha de un escenario en el que se

¹⁴<http://www.youtube.com/>

¹⁵<http://www.google.com/docs/about/>

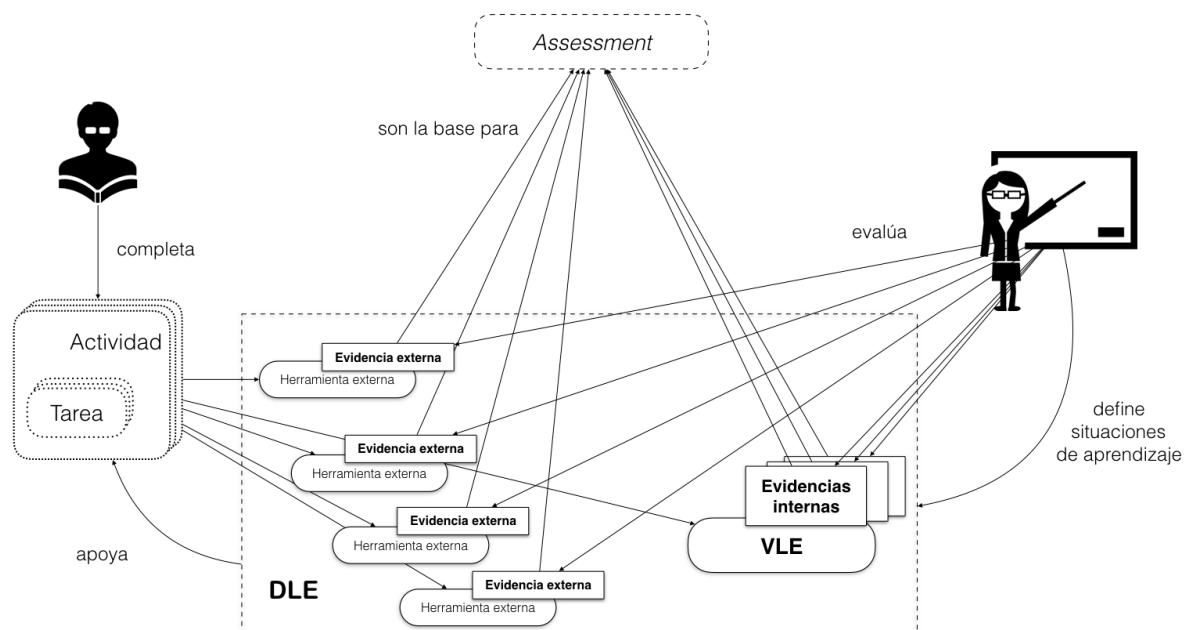


FIGURA 2.7: Papel de las evidencias educativas en DLEs

ven involucradas tantas plataformas (creación de usuarios y recursos, gestión de permisos para el trabajo en grupo o la revisión entre pares...) y, en segundo lugar, a una gran complejidad para el seguimiento y evaluación constante de cada alumno a lo largo de su trabajo en las diferentes herramientas. Este escenario puede ser controlable con un número limitado de alumnos, pero se complica en gran medida conforme ese número aumenta, hasta el punto de desanimar al profesor y hacerle optar por un enfoque más tradicional, basado en clases magistrales, con el consiguiente impacto en el proceso formativo de los alumnos.

Con el fin de entender la complejidad de la labor de *assessment* en DLEs, es necesario conocer el camino que realizan las muestras de trabajo de los alumnos (es decir, las evidencias educativas) a lo largo de una situación de aprendizaje. Este viaje a través de las diferentes plataformas se representa de forma esquemática en la Figura 2.7.

A lo largo de una situación de aprendizaje apoyada por tecnología, cada alumno realiza tareas y actividades, que generan una serie de evidencias educativas. En el caso de entornos distribuidos de aprendizaje, estas muestras de trabajo se alojan tanto en el VLE (evidencias internas) como en las herramientas externas elegidas por el profesor (evidencias externas). Con el fin de proporcionar una evaluación formativa del proceso de aprendizaje de cada uno de estos alumnos, el profesor debe acceder a todas y cada una de esas muestras de trabajo, cada vez que quiera comprobar el avance de sus alumnos o proveer realimentación. La manera de hacerlo (tanto el acceso al artefacto como la provisión de realimentación) será diferente para cada herramienta o VLE, lo que supone una elevada sobrecarga cognitiva y además no es escalable a un gran número de alumnos, debido a la sobrecarga de trabajo asociada a acceder a todas y cada una de esas muestras de trabajo.

Si la combinación de diferentes herramientas Web 2.0 y entornos virtuales de aprendizaje

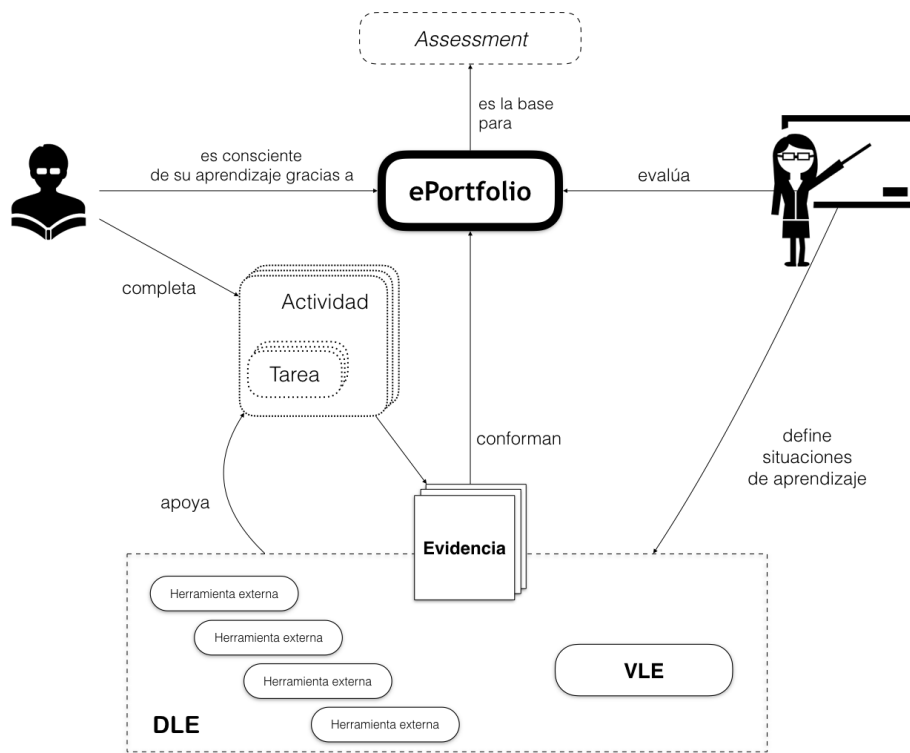


FIGURA 2.8: Papel de las evidencias educativas en la integración de ePortfolios en DLEs

conlleva una dispersión de las muestras de trabajo a lo largo de plataformas tecnológicamente diferentes (Ravet, 2007; Bubas *et al.*, 2011), la clave para resolver este problema de orquestación reside en la capacidad de unificar artefactos generados en diferentes fuentes en un destino único: el portfolio digital (Salinas *et al.*, 2011; Hamalainen *et al.*, 2009). Este nuevo escenario se representa en la Figura 2.8. En este caso, el profesor puede acceder de forma transparente a las muestras de trabajo seleccionadas sin necesidad de acceder a las diferentes herramientas o entornos virtuales de aprendizaje. Así, el *assessment* formativo de cada alumno y la provisión de realimentación sobre su avance y tareas entregadas se realiza de forma ordenada en una única plataforma.

En el ejemplo mencionado al comienzo de la sección, para evaluar a cada uno de los alumnos de química, es suficiente con que el profesor acceda a su perfil del portfolio digital. Allí, encontrará tanto los vídeos resultantes de los trabajos prácticos, como las entradas del diario de aprendizaje, como el documento final realizado; sin importar si la autoría de estas muestras de trabajo ha sido individual o grupal. Adicionalmente, tal y como se detalló en la Sección 2.2, el mismo gestor de portfolio sirve como soporte para la provisión de realimentación entre pares, que quedará registrada y será accesible tanto por los propios alumnos como por el profesor.

2.4.2 CLASIFICACIÓN DE PORTFOLIOS DIGITALES EN FUNCIÓN DE SUS CAPACIDADES DE INTEGRACIÓN

Si bien se ha definido el portfolio digital como un conjunto de muestras electrónicas asociadas a un determinado alumno, estas evidencias necesitan un soporte tecnológico que las agrupe y permita su explotación de acuerdo a los propósitos mencionados. La Tabla 2.1 recoge algunos ejemplos de esas soluciones técnicas, o gestores de portfolio. Se escogen para el análisis estos ocho gestores por ser los más extendidos en la comunidad educativa. Concretamente, el primero de ellos, Mahara, sigue un modelo de código abierto que permite implementar diferentes portfolios digitales con el mismo código base (y, por lo tanto, capacidades funcionales idénticas). De esta manera, aunque otras soluciones como iCampus 21¹⁶ o FolioSpaces¹⁷ tienen impacto en la comunidad, siguen las mismas pautas que Mahara y, por tanto, el análisis de este último cubre a estos otros gestores basados en él. Por otra parte, algunos de los mencionados no son específicamente gestores de portfolio, sino que atienden a propósitos más generales (p.ej. Elgg como motor de red social, o Google Sites como gestor de páginas web personales), pero se han encontrado ejemplos en la literatura que defienden su uso adecuado como soportes de portfolio. Los criterios empleados en esta clasificación intentan valorar las capacidades de integración de los portfolios de acuerdo a la existencia de una API pública, las alternativas de migración de datos o exportación que ofrecen y su conexión con VLEs y herramientas educativas. Cada uno de estos tópicos se explica a continuación.

¹⁶<http://www.icampus21.com/>

¹⁷<http://www.foliospaces.org>

¹⁸<https://mahara.org/>

¹⁹<http://www.pebblepad.co.uk/>

²⁰Reducido a contenidos incrustados, sujetos a disponibilidad en la herramienta conectada

²¹<https://www1.taskstream.com/>

²²<http://efoliomn.com/>

²³<http://chalkandwire.com/>

²⁴<http://www.d21.com/>

TABLA 2.1: Gestores de portfolios digitales

Gestor de ePortfolio	API publicada	Migración / Exportación	Conectado con VLE	Conectado con herramienta
MAHARA ¹⁸	Sí	Leap2A HTML	Moodle	-
PebblePad ¹⁹	Sí	Leap2A IMS Portfolio HTML	Moodle Blackboard	Turnitin Otras ²⁰
TASKSTREAM ²¹	Sí	ZIP	Blackboard Canvas Cruiser	Turnitin
eFOLIO ²²	-	IMS Portfolio	Moodle	-
CHALK&WIRE ²³	Sí	HTML	Moodle Blackboard Canvas Sakai D2L	-
DESIRE2LEARN ²⁴	Sí	Leap2A HTML	D2L	-
ELGG ²⁵	Sí	RSS	Moodle D2L	Otras ²⁰
GOOGLE SITES ²⁶	Sí	HTML	-	Otras ²⁰

En primer lugar, el uso de portfolios digitales añade complejidad a la orquestación de la situación de aprendizaje. El profesor debe instanciar y relacionar los espacios creados en el gestor de portfolio con la configuración, número de alumnos, grupos de alumnos o secuencia de actividades que forman parte de la situación que pretende llevar a cabo. Por otra parte, cada gestor explota una tecnología, lenguaje de programación o interfaz de acceso diferente. Concretamente, todos los ejemplos escogidos exponen una API (*Application Programming Interface*) pública salvo eFolio. Entre los gestores analizados existen ejemplos de código abierto, como Mahara, o iniciativas propietarias, como Desire2Learn. Estas diferencias provocan un problema de interoperabilidad entre gestores de portfolio, que se ponen de manifiesto ante cambios en herramientas institucionales o cuando un alumno pretende mover su portfolio a una entidad educativa diferente.

En un intento por resolver estos problemas de interoperabilidad, el JISC (*Joint Information Systems Committee*²⁷) propone Leap2A (Smart, 2010) como una especificación abierta para la transferencia de información perteneciente al alumno entre sistemas diferentes, con el objetivo de que el trabajo realizado por estos en la realización, recolección, selección y reflexión sobre muestras de trabajo desaparezca o no pueda ser usado a lo largo de su aprendizaje vital (*lifelong learning*). Según los datos recogidos en la Tabla 2.1, sólo tres de las ocho propuestas analizadas se acogen a este estándar: Mahara, PebblePad y Desire2Learn. Sin embargo, es necesario tener

²⁵<https://elgg.org/>

²⁶<https://www.google.com/sites/overview.html>

²⁷<https://www.jisc.ac.uk/>

The screenshot shows the Mahara user interface. At the top, there is a navigation bar with the Mahara logo, user name 'Manolito Gafotas', and links for 'Ajustes', '1' notification, and 'Cerrar sesión'. Below this is a secondary navigation bar with 'Dashboard', 'Contenido', 'Mi Portafolio', and 'Grupos', along with a search box labeled 'Buscar cuentas'. The main content area features a heading 'Ejemplo de muestras de trabajo eliminadas en su origen' by 'Manolito Gafotas'. On the left, a section titled 'Video eliminado en Youtube' contains a black placeholder with the text 'Este video no está disponible actualmente.' and a link for 'Más información'. On the right, a 'Feed RSS' section lists several entries with titles in French and their publication dates: 'Le café du coin' (29 novembre 2014, 6:01 PM), 'Mort bourré' (18 octobre 2014, 11:13 AM), 'On n'est pas sorti de l'auberge' (11 octobre 2014, 11:24 AM), and 'À la va-vite' (04 octobre 2014, 5:22 PM). At the bottom of the RSS feed, it indicates 'Última actualización: 05 junio 2016, 5:09 PM' and a 'Details' link.

FIGURA 2.9: Ejemplo del impacto de un recurso incrustado no disponible en el perfil de un alumno en Mahara

en cuenta que tanto PebblePad como Mahara, los sistemas de portfolio digital más extendidos (Himpsl y Baumgartner, 2009) cumplen esta especificación. Adicionalmente, como se ha mencionado anteriormente, es habitual que otros gestores de portfolio como iCampus 21 o Folio Spaces partan de la misma base de código abierto de Mahara para extender su implementación particular. Todos estos gestores asociados a Mahara también implementan la especificación Leap2A, convirtiéndose en el estándar *de facto* para la interoperabilidad entre sistemas de portfolio. Finalmente, Leap2A se trata de una representación de la información en formato XML de acuerdo a un esquema determinado. Es por esto que todos los gestores de portfolio de la tabla que utilizan XML como formato de exportación podrían incorporar de forma sencilla un traductor para Leap2A, de la misma forma que ya lo hace Desire2Learn²⁸.

Otra iniciativa de IMS Global, el IMS ePortfolio²⁹, se plantea objetivos similares, definiéndose como *una especificación creada para hacer que los ePortfolios sean interoperables a lo largo de diferentes plataformas e instituciones*. Sin embargo, esta segunda alternativa tiene, de momento, una aceptación en la comunidad moderada en relación a la anterior. Adicionalmente, Mahara, PebblePad, Chalk&Wire, Desire2Learn y Google Sites ofrecen esquemas HTML propietarios para la exportación de información. Taskstream hace lo propio en formato ZIP.

En general, todos los gestores de portfolio analizados salvo Google Sites disponen de alguna conexión con entornos virtuales de aprendizaje. Por el contrario, la estrategia habitual de integración de herramientas externas (en caso de existir) se limita a incrustar contenido HTML en el gestor de portfolio. Esto supone que la muestra de trabajo enlazada estará disponible en el portfolio sólo mientras siga activa en la herramienta de origen. Por ejemplo, Mahara permite la

²⁸http://wiki.cetis.ac.uk/NTU/D2L_PIOP3

²⁹<https://www.imsglobal.org/ep/index.html>

integración de vídeos de Youtube o hilos RSS de diferentes plataformas de blogging. La Figura 2.9 muestra el aspecto del portfolio del alumno cuando el video es eliminado de la plataforma original. De la misma manera, el *feed* RSS refleja en cada momento las entradas disponibles en el blog original, por lo que en caso de que se borre una allí, desaparecerá también del portfolio del alumno.

De este análisis se puede concluir que, en general, los gestores de portfolio digital están preparados para ser integrados gracias a la existencia de APIs públicas o formatos intercambio de datos estándar como Leap2A o IMS Portfolio. Por el contrario, los gestores analizados apenas presentan integración con herramientas educativas externas a los entornos virtuales de aprendizaje.

2.4.3 POSIBILIDADES ACTUALES DE USO DE EPORTFOLIOS EN DLEs

Existen varias aproximaciones para la gestión de evidencias educativas en entornos de aprendizaje apoyados por tecnología. En primer lugar, existen gestores de portfolio independientes, disponibles como soluciones aisladas. En segundo lugar, algunos entornos virtuales de aprendizaje incorporan un módulo de portfolio, que cubre algunas de las capacidades esperadas por estos gestores de evidencias. En tercer lugar, es posible integrar alguno de estos portfolios independientes en un VLE existente. Las fortalezas y debilidades de cada una de las alternativas identificadas se resumen en la Tabla 2.2 y se explican a continuación, junto con ejemplos de cada uno de estos patrones.

TABLA 2.2: Comparativa de las posibilidades de integración de ePortfolios en DLEs

Enfoque de integración	Ejemplo	Principales Ventajas	Principales Desventajas
ePortfolio Independiente	Mahara ³⁰	Sencillo Flexible Portfolio completo	No integrado Alto consumo de tiempo Propenso a errores
VLE con un módulo de portfolio	Sakai ePortfolio ³¹	Sencillo Integrado Evidencias internas recolectadas automáticamente	Inflexible Capacidades de portfolio limitadas Evidencias externas recolectadas manualmente
ePortfolio independiente integrado en un VLE	Mahara + Moodle ³²	Portfolio completo Integrado Evidencias internas recolectadas automáticamente	Inflexible Evidencias externas recolectadas manualmente

- *ePortfolio independiente*: El sistema de portfolio es una solución independiente, específicamente enfocada en los propósitos del portfolio, como los ejemplos mencionados en el apartado anterior (Mahara³³, PebblePad³⁴ o Taskstream³⁵). Son sistemas de portfolio completos y aislados, lo que les convierte en soluciones sencillas y flexibles, dado que el profesor puede usar cualquiera de ellos de acuerdo a sus preferencias. Sin embargo, las principales capacidades de los ePortfolios están disponibles únicamente una vez que las evidencias

³⁰<https://mahara.org/>

³¹<https://sakaiproject.org/portfolio-tool>

³²Mahoodle: <https://docs.moodle.org/27/en/Mahoodle>

³³<https://mahara.org/>

³⁴<http://www.pebblepad.co.uk/>

³⁵<https://www.taskstream.com/pub/>

han sido incluidas en la plataforma. Esto significa que normalmente los alumnos deben añadir de manera manual muestras de trabajo a sus perfiles (o los profesores en su lugar). Integrar fuentes externas (por ejemplo, incorporar un vídeo de *youtube*) requiere un conocimiento técnico adicional. Esta sobrecarga cognitiva puede interferir con las competencias evaluadas (Reese y Levy, 2009), además de suponer un alto consumo de tiempo y ser un proceso propenso a errores. Nótese que, en realidad, en este caso no se está integrando el sistema de portfolio con ningún otro elemento del entorno distribuido. Los profesores pueden escoger este enfoque de uso simultáneo con VLEs o herramientas externas, pero a cambio de asumir el coste de llevar a cabo cualquier interacción entre ellos de manera manual.

- *VLE con un módulo de ePortfolio*: Algunos entornos virtuales de aprendizaje incluyen su propio sistema de portfolio (Sakai ePortfolio³⁶, Exabis³⁷, Desire2Learn³⁸), permitiendo la creación de vistas a modo de escaparate de los artefactos generados en ese entorno. Gracias a este enfoque, esos gestores de portfolio están estrechamente integrados con la estructura de las diferentes situaciones de aprendizaje, en términos de estudiantes, grupos, actividades o artefactos. Sin embargo este patrón asume que se está utilizando un VLE para el soporte de las actividades de aprendizaje. De forma más específica, dado que los ePortfolio y VLEs están emparejados, escoger uno de ellos fuerza la elección del componente homólogo. Por esta razón, esta solución no tiene la flexibilidad suficiente para usarse de nuevo en una configuración diferente (por ejemplo, en otra institución educativa con un entorno virtual diferente) y las posibilidades de generación de diferentes muestras de trabajo se limitan a las herramientas internas al propio VLE. En caso de que el profesor decidiera utilizar otras herramientas Web 2.0, la sobrecarga de trabajo asociada a la recolección manual de evidencias educativas se mantiene.
- *ePortfolio independiente integrado en un VLE*: En un intento de combinar ePortfolio y entornos virtuales de aprendizaje, Mahoodle³⁹ o la solución propuesta en Zhang *et al.* (2007) definen mecanismos para usar el resultado de una actividad como entrada en el ePortfolio y viceversa (una muestra de trabajo en el ePortfolio puede utilizarse para completar una determinada tarea en el VLE). De esta manera, los beneficios de las dos primeras alternativas se unifican: se apoyan los propósitos del portfolio, integrando estrechamente al mismo tiempo la estructura de la situación de aprendizaje. Desafortunadamente, se heredan también los inconvenientes de ambas propuestas. Incluso si la sobrecarga de trabajo se alivia en cierta manera (todas las muestras de trabajo generadas dentro del VLE pueden tratarse de forma automática), se mantiene cierta carga debida a la recolección manual de las muestras de trabajo externas al VLE. Además, la elección de VLE y gestor de portfolio está limitada a las integraciones existentes. Es decir, esta solución no tiene flexibilidad para apoyar una configuración diferente.

El análisis de estas aproximaciones sugiere la necesidad de una solución diferente, que incluya los beneficios de integrar todos los componentes disponibles, así como evitar las limitaciones de

³⁶<https://sakaiproject.org/portfolio-tool>

³⁷https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=block_exaport

³⁸<http://www.brightspace.com/products/eportfolio/>

³⁹<https://docs.moodle.org/27/en/Mahoodle>

los enfoques presentados. Es decir, es necesario aliviar la sobrecarga asociada a la recolección automática de evidencias, generadas tanto con herramientas internas como externas, ofreciendo, al mismo tiempo, flexibilidad para escoger entre varios VLEs, herramientas y gestores de portfolio.

Existen algunos ejemplos en la literatura que ya intentan integrar ePortfolio con un cierto número de herramientas Web 2.0 (por ejemplo, MANSLE⁴⁰; Oliveira y Moreira (2012); Salinas *et al.* (2011); Bubas *et al.* (2011); Hamalainen *et al.* (2009)). Sin embargo, se limitan a resaltar el interés del uso conjunto de ePortfolios y escenarios multi-herramienta, sin proveer una solución técnica que aborde el problema. En su lugar, se configura un entorno distribuido en el que, o bien el profesor, o bien el alumno se encarga de mover explícitamente las muestras de trabajo de un lugar a otro, de la misma forma que en el caso de ePortfolios independientes. Adicionalmente, la última columna de la Tabla 2.1 muestra un nivel bajo de integración de forma nativa de herramientas externas en gestores de portfolio, que, en muchos casos, se limita a facilitar la incrustación de contenido externo. Estas muestras de trabajo no han sido recopiladas de su fuente, sino simplemente enlazadas, por lo que están sujetas a su disponibilidad en las plataformas de origen, así como a cambios posteriores en el artefacto. Es decir, en el ejemplo presentado al inicio de esta sección, los alumnos de química serían capaces de incrustar el documento Google Docs sobre el que trabajan en su perfil; o el *feed* RSS de su página wiki, pero el profesor siempre vería la última versión disponible de ese artefacto. Evaluaría, por lo tanto, el resultado final, en lugar de tener acceso a la información de progreso de sus alumnos, necesaria para el *assessment* formativo. La ausencia de apoyo al aspecto formativo de la evaluación hace que estas alternativas sean insuficientes para el cumplimiento de los objetivos de esta tesis.

2.5 LEARNING DESIGN

La Sección 2.3 presenta las oportunidades para el aprendizaje de la inclusión de entornos distribuidos de aprendizaje en la puesta en marcha de situaciones educativas, en los que el profesor puede acceder a un rango más amplio de herramientas educativas con las alcanzar los objetivos de aprendizaje que se propone. Sin embargo, en estos casos es necesario considerar la gestión de alumnos, grupos o instancias de herramientas que es necesario configurar en las diferentes plataformas. Una posible aproximación consiste en que el profesor se encargue de todas estas tareas de forma manual. Esta aproximación es conocida como *bricolaje* (Berggren *et al.*, 2005). Si bien este enfoque proporciona un alto nivel de control y flexibilidad para el profesor, la carga de trabajo asociada, así como la probabilidad de cometer errores, conforme aumenta el número de alumnos, grupos y herramientas son también elevados (Prieto *et al.*, 2013).

Con el objetivo de aliviar estos dos factores, se plantea la utilización de tecnología para apoyar las tareas mecánicas de configuración e instanciación de entornos distribuidos de aprendizaje. Pero el uso de una alternativa tecnológica requiere la consideración de una representación computacional de las ideas del profesor, que sirvan de guía para la automatización de las tareas más tediosas y propensas a errores. Así, el diseño educativo (LD - *Learning Design*) (Conole, 2012; Laurillard, 2002) emerge como una de las posibles aproximaciones a la compleja gestión de situaciones de aprendizaje apoyadas por tecnología, ofreciendo un conjunto de prácticas y herramientas para hacer explícitas las decisiones pedagógicas del profesor.

⁴⁰<http://www.jisc.ac.uk/whatwedo/programmes/edistributed/mansle.aspx>

Con el fin de comprender el significado de esta propuesta y entender su papel en la conceptualización y puesta en marcha de situaciones de aprendizaje, es necesario declarar las fases que forman parte del ciclo de vida de estas situaciones. En este sentido, Vignollet *et al.* (2008) proponen un ciclo de vida compuesto de tres fases:

1. *Diseño*: durante esta primera etapa, el profesor reflexiona sobre la situación de aprendizaje que quiere realizar, seleccionando un patrón previo, si lo hubiera, y determinando las actividades que realizarán los alumnos, así como los objetivos educativos perseguidos, los artefactos generados al final de la misma, y las herramientas empleadas para ello.
2. *Instanciación*⁴¹: durante esta fase se particulariza el diseño del profesor en instancias específicas de herramientas, desplegando el entorno de aprendizaje.
3. *Puesta en marcha*: Finalmente, la situación de aprendizaje se ejecuta.

Vignollet *et al.* (2008) concluyen que estas fases no pueden entenderse en sentido lineal, sino que el ciclo de vida de una situación de aprendizaje alimenta iteraciones posteriores, de la manera representada en la Figura 2.10.

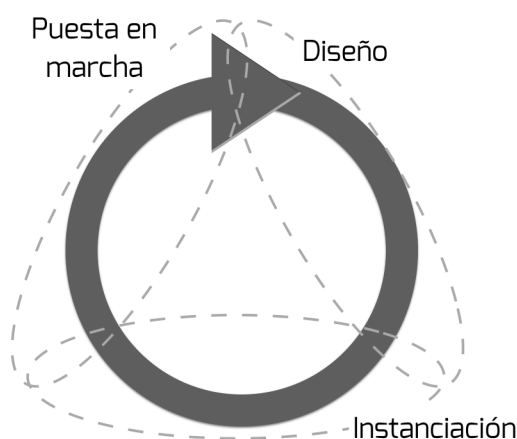


FIGURA 2.10: Ciclo de vida de una situación de aprendizaje

El diseño educativo (LD - *Learning Design*) (Conole, 2012; Laurillard, 2002) ha evolucionado durante la última década como una aproximación adecuada para ayudar a los educadores a tomar decisiones pedagógicas, defendiendo el uso de tecnología para apoyar este diseño, haciéndolo explícito, usable y compartible. Este diseño puede entenderse como la preparación de todos los materiales instrumentales, actividades, recursos informativos o de evaluación (Koper y Tattersall, 2005), y no sólo es fundamental en la orquestación de estas situaciones de aprendizaje, sino que ha estado presente en la educación, de una forma u otra, desde hace décadas.

⁴¹El manuscrito de Vignollet *et al.* (2008) utiliza el término *operationalization*, pero en esta memoria de tesis se utilizará el equivalente propuesto por el IMS Global Consortium: *instantiation* (IMS Global Consortium, 2014)

Frente a otras metodologías propuestas por la comunidad educativa (p.ej., *Instructional Design* (Merrill y Twitchell, 1994)), el advenimiento de las tecnologías de la información, el aprendizaje a distancia y el e-learning han puesto de manifiesto la necesidad de ser capaz de modelar computacionalmente estos diseños, con el fin de automatizar su ejecución y reutilización. De esta manera, se alivia la carga de trabajo del profesor, apoyando situaciones que, de otra manera, sería inviables debido a este esfuerzo de puesta en marcha. Este deseo de estandarización se ha traducido en una serie de representaciones denominadas lenguajes de modelado educativo (EML - *Educational Modeling Languages*), que contienen los conceptos, procesos y relaciones importantes para el modelado de sistemas educativos (Koper y Tattersall, 2005; Botturi, 2008). La Tabla 2.3 contiene algunos de ejemplos de estos lenguajes de modelado, que serán analizados en la Sección 3.2.

TABLA 2.3: Lenguajes de Modelado Educativo

EML	Referencia
IMS-LD	http://www.imsglobal.org/learningdesign/
LAMS-LD	http://www.lamsinternational.com/ (Dalziel, 2003)
Compendium-LD	http://compendiumld.open.ac.uk/
Lingua Franca	(Prieto, 2012)

Gracias a la utilización de estos lenguajes de modelado, *Learning Design* puede aplicarse con éxito en la automatización de la instanciación de situaciones de aprendizaje. Es decir, siguiendo las pautas pedagógicas expresadas por el profesor, es posible usar tecnología para aliviar la carga de tareas mecánicas como el alta de alumnos en diferentes plataformas educativas, la creación de grupos, la exposición de recursos o la creación de instancias de las diferentes herramientas educativas.

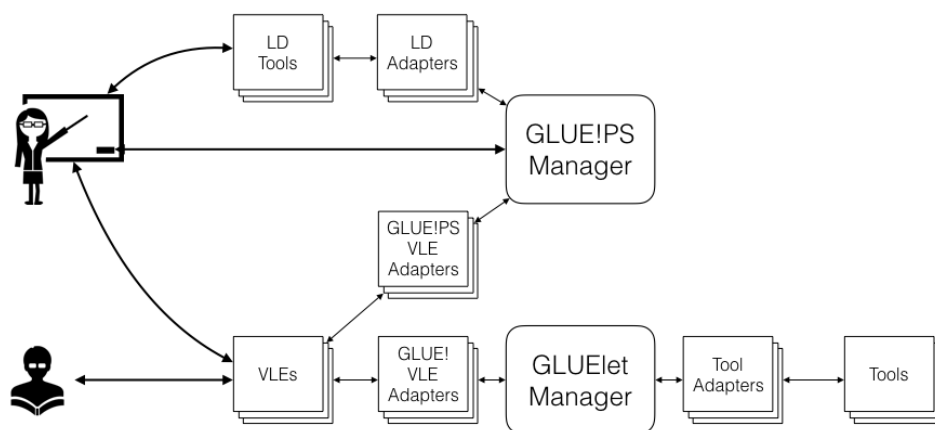


FIGURA 2.11: Arquitectura GLUE!PS para la orquestación de situaciones de aprendizaje en DLEs (Prieto, 2012)

Concretamente, aprovechando la integración ligera de componentes de la plataforma GLUE! (descrita en la Sección 2.3) y con el objetivo de aliviar los problemas de orquestación asociados

al uso de un entornos distribuidos de aprendizaje nace GLUE!PS (*GLUE Pedagogical Scripting*, representado en la Figura 2.11). Esta propuesta se presenta como *una arquitectura de servicios y un modelo de datos subyacente para desplegar y gestionar en tiempo de ejecución las actividades de un diseño de aprendizaje, que soporta múltiples herramientas de autoría y múltiples combinaciones de DLEs*. (Prieto, 2012). Para ello, añade sobre la arquitectura GLUE! una serie de adaptadores para herramientas de autoría, y extiende la interacción con los entornos virtuales de aprendizaje. De esta manera, consigue automatizar el despliegue en una plataforma de aprendizaje (p.e. VLE o DLE) de la situación de aprendizaje ideada por el profesor a través de la herramienta de autoría, evitando al docente la necesidad de instanciar y configurar cada una de las herramientas elegidas. Su modelo interno de representación de datos, la *Lingua Franca*, pretende servir de punto de encuentro y traducción entre los diferentes lenguajes de modelado existentes en la literatura.

Así, el diseño educativo o *Learning Design* ha sido ya aplicado con éxito en entornos distribuidos de aprendizaje para el apoyo al profesor en la configuración y puesta en marcha de entornos distribuidos de aprendizaje. Parece razonable, como se discute en la siguiente sección, utilizar una aproximación similar para la integración de portfolios digitales en DLEs descrita en la Sección 2.4.

2.6 DISCUSIÓN

De la literatura se desprende que la utilización de entornos de aprendizaje distribuido (DLEs) ofrece al profesor la flexibilidad para incorporar las herramientas que considere más adecuadas a cada situación de aprendizaje (Leangsuksun *et al.*, 2006). Sin embargo, la orquestación manual de este tipo de situaciones apoyadas por tecnología se complica conforme aumenta el número de alumnos y plataformas involucradas (Sutherland y Joubert, 2010). Por ello, se extiende el apoyo tecnológico a esa fase previa a la ejecución de la situación de aprendizaje, mediante la aplicación de *Learning Design* para el guiado del registro y configuración automática de alumnos, grupos e instancias en las diferentes herramientas educativas escogidas por el profesor (Prieto, 2012).

Se ilustra a continuación la aproximación propuesta a lo largo de este capítulo a través de un escenario informativo. Supongamos que el profesor de química del ejemplo de la Sección 2.4.1 utilizara las alternativas expuestas a lo largo de este capítulo para llevar a cabo su situación de aprendizaje colaborativo. De esta manera, en primer lugar, el profesor haría explícitos a través de una herramienta de autoría los objetivos educativos que pretende alcanzar al finalizar la misma, la secuencia de actividades a realizar (grabación de las experiencias prácticas de laboratorio, publicación del vídeo y realimentación, en forma de informe, sobre el trabajo realizado por el resto de compañeros) y los recursos educativos de Youtube que considera de interés para sus alumnos. Posteriormente, gracias a la utilización de un motor de instanciación como GLUE!PS, el profesor se vería liberado de las tareas de registro de todos su alumnos en Youtube o la instanciación de los diferentes documentos de Google Docs que recogerán los informes de revisión. Adicionalmente, el apoyo de GLUE! permitiría la integración de todas estas herramientas en Moodle, siendo este VLE el punto central de control sobre el flujo de la situación de aprendizaje. De esta forma, el profesor de química ve aliviada la carga de trabajo asociada a la instanciación de un entorno de aprendizaje distribuido, y puede escoger con libertad las herramientas más adecuadas según su criterio pedagógico.

Sin embargo, la Sección 2.4.1 reflejaba, adicionalmente, un problema posterior, durante la fase de puesta en marcha de esa situación. Concretamente, la provisión de *assessment* formativo en un escenario en el que las muestras de trabajo se encuentran dispersas en distintas soluciones tecnológicas (Moodle, Youtube y Google Docs en el ejemplo) no escala y supone una gran sobrecarga para el profesor.

La literatura presenta los portfolios digitales como herramientas válidas para este tipo de *assessment*, con un impacto positivo en la propia conciencia del alumno sobre su progreso formativo (Barberà y Bautista, 2006). Pero, de manera similar a la puesta en marcha de DLEs, uno de los principales inconvenientes de los enfoques existentes para el uso de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje es la sobrecarga de trabajo para los profesores en la recolección de evidencias de diferentes fuentes, lo que hace, en algunos casos, que la confianza de los docentes en la conveniencia de la utilización de portfolios disminuya (Balaban *et al.*, 2011; Sweat-Guy y Buzzetto-More, 2007). Esta tarea manual no escala al aumentar el número de posibles fuentes en un entorno distribuido, ni cuando el número de estudiantes se ve incrementado. Parece razonable, por lo tanto, emplear un enfoque similar al utilizado con éxito en la instanciación de DLEs: utilizar la información de diseño educativo provista por el profesor para el guiado de un apoyo tecnológico a la recolección automática de evidencias educativas.

El guiado de esta recopilación de artefactos requiere el establecimiento de una alineación explícita y por adelantado entre muestras de trabajo y objetivos de aprendizaje: qué recoger, cuándo, para qué y por qué (Venn, 2004). De esta manera, el profesor hace explícitas en un formato computacional las decisiones pedagógicas que guiarán la centralización de las evidencias educativas, a la vez que reflexiona sobre las mismas. Por este motivo se espera también que, al poner énfasis en esta relación entre artefactos requeridos a los alumnos y objetivos educativos, el profesor realice una evaluación formativa más coherente.

2.7 CONCLUSIONES

El presente capítulo recoge el contexto de investigación de este trabajo de tesis. De acuerdo al esquema de tesis presentado en el Capítulo 1, se pretende facilitar la explotación de los beneficios del uso de ePortfolios en entornos distribuidos de aprendizaje. Por ello, se presentan en primer lugar ambas aproximaciones (portfolios digitales y DLEs), para identificar a continuación las propuestas existentes en la literatura para la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje.

Los tres enfoques usados hasta el momento para la inclusión de portfolios en el aprendizaje soportado por ordenador son los siguientes: sistemas de gestión de portfolio independientes, entornos virtuales que incluyen un módulo de ePortfolio e integraciones ad-hoc entre portfolios y VLEs. Estos enfoques presentan algunas carencias, como son la sobrecarga de trabajo para el profesor, asociada a la dispersión de muestras de trabajo o la falta de flexibilidad para escoger herramientas educativas con libertad.

Con el fin de paliar las carencias detectadas, se concluye que es necesario facilitar la tarea de los profesores, dotándoles de herramientas de recolección automática de evidencias educativas que disminuyan su carga de trabajo y eviten los errores probables asociados a una recopilación manual. Esta agregación automática de información debe estar guiada por las decisiones pedagógicas del profesor, para lo que será necesario modelar las evidencias educativas generadas de

acuerdo a sus propósitos de aprendizaje.

De esta manera se motiva el uso de soluciones basadas en diseño de aprendizaje para afrontar los objetivos planteados en la tesis, y las dos contribuciones principales de la misma. Por una parte, el diseño educativo orientado a evidencias (EADM - *Evidence Aware Design Model*), presentado en el Capítulo 3, que cubre el tratamiento de evidencias durante la fase de diseño. Por otra, la arquitectura ACE (*Automatic Collection of Evidence*), encargada de su consideración durante las fases de instanciación y *enactment*, descrito en el Capítulo 4.

Capítulo 3

DISEÑO DE APRENDIZAJE ORIENTADO A EVIDENCIAS EDUCATIVAS

EL Capítulo 2 establece el contexto investigador que envuelve este trabajo de tesis: la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje, así como la motivación de la misma: apoyar a los profesores en la recolección automática de evidencias educativas. Se descubren allí las propuestas actuales para llevar a cabo dicha integración, y se identifican los retos y carencias que aún no han sido resueltos en la literatura. Las principales barreras para la adopción de portfolios digitales en entornos distribuidos están relacionados con el aumento en la complejidad de la orquestación de este tipo de situaciones de aprendizaje, así como el incremento en la carga de trabajo asociada al acceso y evaluación de muestras de trabajo alojadas en diferentes herramientas dispersas y tecnológicamente heterogéneas. Ambos inconvenientes sobrecargan al profesor, que suele ser el encargado de llevar a cabo estas tareas.

La utilización de la representación computacional del diseño educativo del profesor ha sido previamente utilizado con éxito para aliviar los problemas de orquestación generados en situaciones de aprendizaje apoyadas por tecnología. Por ello, el presente capítulo propone la utilización de diseño educativo para hacer explícitas las decisiones de pedagógicas del profesor en relación a la recolección de evidencias educativas. Se pretende, así, apoyar al profesor en la consecución de diseños educativos más coherentes, alineados con el *assessment* formativo. Por lo tanto, el modelo de diseño orientado a evidencias (EADM - *Evidence Aware Design Model*) intenta ser un primer y necesario paso para conseguir el objetivo de la presente tesis: ayudar al profesor a explotar las ventajas de portfolios digitales en DLEs.

3.1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo de tesis defiende que la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje (DLE - *Distributed Learning Environments*) permite la explotación de los primeros como herramientas de *assessment* en situaciones de aprendizaje enriquecidas por diferentes entornos virtuales y herramientas Web 2.0. Sin embargo, la viabilidad de esta solución pasa, como se detalla en el Capítulo 2, por resolver el impacto que tiene en el profesor la dispersión de las evidencias educativas de interés en los diferentes sistemas implicados. Tal y como se analizó allí, la orquestación de este tipo de situaciones de aprendizaje se complica, puesto que el docente debe registrar en cada plataforma los alumnos, grupos y recursos que se necesitarán. Posteriormente, el profesor debe acceder a todos y cada uno de estos artefactos dispersos para realizar la evaluación, tanto formativa como sumativa de sus alumnos. Cada plataforma implica una presentación de mecanismos de acceso y configuración diferentes, por lo que al aumento en la carga de trabajo del profesor, debida al volumen de muestras de trabajo manejadas, se añade la carga cognitiva asociada a esta heterogeneidad técnica.

La Sección 2.5 presentaba el diseño educativo (LD - *Learning Design*) como un aliado del profesor en la orquestación de situaciones de aprendizaje apoyadas por tecnología. El diseño educativo, utilizado de esta manera, ayuda al docente a hacer explícitas tanto sus decisiones pedagógicas como los materiales instrumentales, recursos informativos y de evaluación que serán necesarios para llevar a cabo una situación de aprendizaje. La representación computacional de estos diseños hacen que sean reutilizables y compartibles, así como explotables por la tecnología en el apoyo del despliegue de actividades.

Por otra parte, Barrett (2011) pone de manifiesto la importancia de que los profesores hagan explícitas las pautas más adecuadas para la selección de muestras de trabajo durante las etapas iniciales de la construcción de ePortfolios, de forma que se asegure que esta recopilación responde a un criterio pedagógico. Es decir, es necesario manifestar claramente la relación entre muestras de trabajo y el propósito educativo al que están orientadas. El responsable de establecer esta relación es el profesor.

La presente tesis recupera estas ideas con el fin de explotar los portfolios como herramientas de *assessment* en entornos distribuidos de aprendizaje. Se pretende, por una parte, que el profesor pueda incorporar la definición de evidencias educativas en sus diseños y, por otra, disponer de la información necesaria para apoyar con tecnología la recolección de evidencias educativas dispersas, que le ayude en la orquestación de la situación de aprendizaje. Para alcanzar estos objetivos parciales se proponen las dos contribuciones de la tesis. En primer lugar, un lenguaje de diseño educativo orientado a evidencias y, en segundo lugar, una arquitectura para la recolección automática de muestras de trabajo dispersas. De esta manera, el apoyo al profesor tiene lugar durante las tres fases del ciclo de vida de la situación de aprendizaje presentado en la Sección 2.5: diseño, instanciación y puesta en marcha. Este apoyo al ciclo de vida completo se detallará en el Capítulo 4, mientras que el presente capítulo se centra en la fase de diseño. El foco de atención está en este caso en la construcción de diseños más cohesionados, que ayuden al profesor a proveer *assessment* formativo coherente con los objetivos de aprendizaje escogidos.

Para ello, la Sección 3.2 trata de identificar los elementos informativos necesarios el correcto modelado de evidencias educativas. Se analiza allí el tratamiento de estas evidencias realizado por los lenguajes de modelado educativo actuales, así como el consumo de dicha información por parte de los estándares de interoperabilidad de portfolios digitales. De este análisis se extraen los datos básicos que el profesor debe hacer explícitos durante la fase de diseño para la consideración de evidencias educativas a lo largo de toda la situación de aprendizaje. A continuación, la Sección

3.3 describe explícitamente la primera contribución de esta tesis: el modelo de diseño orientado a evidencias (EADM - *Evidence Aware Design Model*), que será discutido en la Sección 3.4.

3.2 MODELADO DE EVIDENCIAS EDUCATIVAS

Tal y como se ha presentado a lo largo de la sección anterior, el modelado de evidencias educativas responde a dos propósitos fundamentales. Por una parte, es necesario que el profesor haga explícita cierta información sobre las muestras de trabajo que considerará evidencias: qué recoger, cuándo o qué objetivos de aprendizaje se persiguen (Venn, 2004). Este ejercicio consigue diseños más coherentes, en los que la recolección de muestras de trabajo incorporadas en el portfolio del alumno responde a criterios pedagógicos (Barrett, 2011). Este propósito educativo se complementa con otro instrumental: la disponibilidad explícita de esta información posibilita un apoyo tecnológico de la recolección de esas muestras de trabajo, aliviando parte de la carga de trabajo asumida por el profesor en la orquestación en DLEs.

Esta sección tiene como objetivo sentar las bases para el modelo conceptual que contenga la información necesaria para modelar evidencias educativas en entornos distribuidos de aprendizaje apoyados por tecnología. La metodología seguida para ello combina dos enfoques: de abajo-arriba (*bottom-up*) y de arriba-a-abajo (*top-down*). En la primera aproximación, se parte de una serie de situaciones de aprendizaje realistas y se analiza la información disponible, de acuerdo a los objetivos perseguidos. Una vez identificados los elementos representativos para el modelado de evidencias educativas en esas situaciones de aprendizaje, la segunda aproximación parte de lenguajes de modelado existentes y analiza la presencia o ausencia de la información de interés en las propuestas existentes. De esta manera, se consigue comparar el acercamiento teórico al modelado de evidencias educativas con situaciones educativas concretas, con el fin de destacar aquellos matices que no es posible expresar a día de hoy usando las propuestas de modelado actuales.

3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL MODELADO DE EVIDENCIAS EDUCATIVAS

El primer enfoque de abajo-a-arriba propuesto para la construcción del marco conceptual que apoye la primera contribución de esta tesis consiste en el análisis de situaciones de aprendizaje realistas, en las que la recolección de evidencias educativas sea relevante para apoyar al profesor en el *assessment* de sus alumnos en DLEs.

Un contexto de estudio similar es utilizado por Villasclaras-Fernández (2010) para la integración de los propósitos y tareas de *assessment* desde la fase de diseño educativo en situaciones de aprendizaje apoyadas por tecnología. Uno de los patrones de *assessment* identificados allí es, precisamente, el portfolio digital. Sin embargo, el trabajo de Villasclaras-Fernández (2010) se limita al modelado y reflexión sobre el *assessment* en la fase de diseño. Sin embargo, como se ha mencionado varias veces a lo largo de la presente sección, el propósito de este análisis es doble: a la faceta pedagógica (diseños más coherentes con los objetivos educativos) se suma la faceta práctica (obtener la información necesaria para apoyar la recolección de evidencias educativas durante la puesta en marcha de la situación de aprendizaje). Parece razonable, por lo tanto,

revisar el análisis realizado por Villasclaras-Fernández (2010) de acuerdo a esta nueva óptica, con el fin de determinar si el modelo allí presentado es suficiente o necesita ser extendido.

Las situaciones de aprendizaje escogidas por Villasclaras-Fernández (2010) se consideran también relevantes en este caso por varios motivos. En primer lugar, se trata de situaciones reales, puestas en marcha en diferentes cursos las titulaciones en Ingeniería de Telecomunicaciones o Licenciatura en Educación, en la Universidad de Valladolid. De esta manera, se cumple la premisa de usar situaciones reales que permitan su comparación con un análisis teórico del modelado de evidencias educativas¹. En segundo lugar, estos escenarios incluyen actividades de *assessment*, tanto formativo como sumativo, que permitirán valorar la aplicación de los diferentes propósitos del portfolio digital (ver Sección 2.2).

Las situaciones de aprendizaje analizadas ponen en marcha patrones de aprendizaje colaborativo (Hernández-Leo *et al.*, 2006) como *jigsaw* o pirámide, que proponen diferentes agrupaciones de alumnos a lo largo del tiempo, lo que genera distintos artefactos intermedios para su auto-evaluación, evaluación entre pares o evaluación formativa por parte del profesor. Adicionalmente, cada proceso normalmente desemboca en la presentación de una o varias muestras de trabajo resultantes para la evaluación final por parte del profesor. El resto de la presente sección se dedica a la descripción, a efectos de ilustración, de la primera de estas situaciones de aprendizaje: la asignatura *Teletráfico y Gestión*. Las conclusiones obtenidas en el análisis de todos los escenarios analizados son similares al descrito a continuación.

El curso de *Teletráfico y Gestión* (TTG), dentro del antiguo grado en Ingeniería de Telecomunicaciones en la Universidad de Valladolid, pretende que sus estudiantes identifiquen aspectos relevantes de la operativa de los protocolos de red mediante la monitorización de redes TCP/IP reales. Así, se espera que el trabajo de laboratorio permita a los alumnos alcanzar una mejor comprensión de los protocolos explicados en las clases presenciales, así como del diseño de nuevas redes en base a estos protocolos.

Los objetivos educativos perseguidos en el curso de *Teletráfico y Gestión* son los siguientes:

1. LO1: Entender los diferentes mecanismos de cada protocolo de red
 - a) LO2: Análisis de capturas de tráfico de red
 - b) LO3: Diseño de escenarios de red
2. LO4: Estimular la discusión
3. LO5: Responsabilidad individual
4. LO6: Interdependencia positiva

Las actividades de análisis y diseño de escenarios propuestas por los profesores se organizan como actividades colaborativas, de forma que se promueve la discusión, el sentimiento de que todos los estudiantes se necesitan entre ellos (interdependencia positiva) y la certeza de que cada alumno contribuye de la manera que le corresponde (responsabilidad individual) (Johnson y Johnson, 1987). Concretamente, se utiliza un patrón *jigsaw*, representado en la Figura 3.1, que propone la sucesiva agrupación de los alumnos en tres niveles: fase de parejas, fase de expertos (grupos de 5 parejas dedicadas a un mismo tema) y fase de *jigsaw* (grupos de 5 parejas expertas

¹Este análisis se completará en las Secciones 3.2.2 y 3.2.3

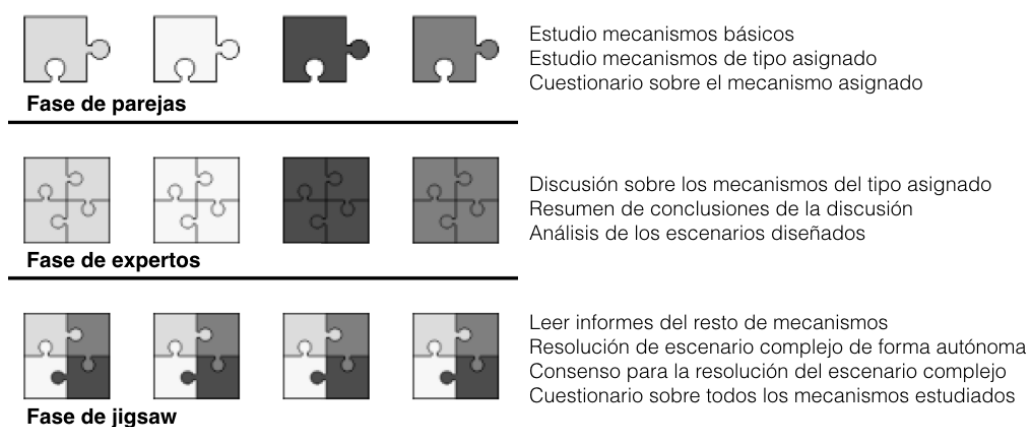


FIGURA 3.1: Patrón de aprendizaje colaborativo Jigsaw aplicado en la Asignatura *Teletráfico y Gestión*

en temas diferentes). Las actividades concretas de cada fase se describen a continuación y se recogen de forma esquemática en la Tabla 3.1.

Los profesores deciden dividir el conjunto de operaciones de los diferentes protocolos en cinco categorías. Algunos mecanismos son catalogados como *básicos*, mientras que el resto se clasifican arbitrariamente en 4 tipos, desde el *Tipo A* al *Tipo D*. En las primera sesiones, todos los alumnos, agrupados en parejas, trabajando sobre los *mecanismos básicos*. Posteriormente, las parejas se reparten entre las categorías A y D, de forma que no haya más de cinco parejas en cada categoría. Al finalizar esta fase de parejas, cada pareja debe contestar un cuestionario de selección simple sobre el subconjunto de mecanismos estudiado. Este formulario será utilizado por el profesor en la evaluación final de la asignatura. Adicionalmente, le sirven para moderar una discusión sobre la materia entre todas las parejas que han estudiado la misma categoría de mecanismos (fase de expertos). Este grupo de expertos en cada categoría debe generar un documento de una hoja con un resumen de la discusión y las principales conclusiones extraídas. Adicionalmente, cada pareja compondrá un documento de ocho páginas con el análisis de los escenarios diseñados. La valoración de ambos documentos constituyen la mayor parte de la nota final de los alumnos.

A continuación, los distintos expertos de las diferentes categorías se mezclan, de forma que los súper-grupos resultantes contengan una pareja de cada categoría, desde la A a la D (fase de *jigsaw*). Cada pareja debe leer los informes de los demás, de forma que, en el laboratorio, analicen algunos de los escenarios diseñados con mecanismos diferentes a los estudiados. En cada caso, los expertos en esos mecanismos tutorizan al resto. Finalmente, el profesor propone un escenario más complejo, que involucre todos los mecanismos estudiados. Se reserva un tiempo en primer lugar para que cada pareja intente resolver este escenario de manera autónoma. Posteriormente, los súper-grupos de cuatro parejas deben comparar sus soluciones y alcanzar un consenso sobre una sola propuesta final. Al final de la experiencia, cada alumno de manera individual responde un cuestionario con preguntas sobre las cinco categorías, que se utilizará en la evaluación final de cada estudiante. Adicionalmente, durante la ejecución de esta serie de actividades, el profesor realiza tareas de *assessment*, como la provisión de realimentación sobre algunos de los diferentes informes solicitados, con el fin de guiar el proceso de aprendizaje de sus alumnos hacia los

objetivos planteados.

TABLA 3.1: Secuencia de actividades en el curso *Teletráfico y Gestión*

Fase	Actividad	Objetivo Educativo
JIGSAW Fase Individual	Práctica básica	LO1
	Práctica avanzada	LO1
	Test	LO1
JIGSAW Fase experto	Discusión	LO1, LO4
	Informe de súper-grupo	LO1
	Informe técnico de pareja	LO2, LO3
JIGSAW Fase jigsaw	Leer los informes de los demás	LO6
	Explicar y ayudar con los escenarios conocidos	LO1, LO4, LO5
	Analizar en parejas los escenarios	LO1, LO2
	Discutir y comparar	LO4, LO5, LO6
	Test	LO1

En base a la información representada en la Tabla 3.1, Villasclaras-Fernández (2010) se centra en el modelado de esas actividades de soporte y *assessment* que el profesor realizará durante la ejecución y al finalizar de la situación de aprendizaje. Pero la presente tesis se interesa por la información que habilitará una recolección automática de las evidencias educativas generadas. Es por esto que se revisa el análisis realizado por Villasclaras-Fernández (2010) añadiendo la información específica de los recursos generados, así como su relevancia y propósito. Esta extensión del análisis anterior se refleja en la Tabla 3.2.

TABLA 3.2: Secuencia de actividades y evidencias educativas en el curso *Teletráfico y Gestión*

Fase	Actividad	Objetivo Educativo	Artefactos generados	Evidencia educativa	Evaluación
JIGSAW Fase Individual	Práctica básica	LO1	Volcados de tráfico de red	No	-
	Práctica avanzada	LO1	Volcados de tráfico de red	No	-
	Test	LO1	Resultado QUEST ²	Sí	Formativa Sumativa
JIGSAW Fase experto	Discusión	LO1, LO4	-	-	-
	Informe de súper-grupo	LO1	Documento Google Doc	Sí	Formativa
	Informe técnico de pareja	LO2, LO3	Documento Google Doc	Sí	Formativa Sumativa
JIGSAW Fase jigsaw	Leer los informes de los demás	LO6	-	-	-
	Explicar y ayudar con los escenarios conocidos	LO1, LO4, LO5	-	-	-
	Analizar en parejas los escenarios	LO1, LO2	-	-	-
	Discutir y comparar	LO4, LO5, LO6	-	-	-
	Test	LO1	Resultado QUEST	Sí	Sumativa

A lo largo del curso de *Teletráfico y Gestión* se generan diferentes artefactos, como volcados de tráfico y diseños de diferentes escenarios de red. Todos ellos son necesarios para llevar a

²Herramienta *online* descrita en (Gómez-Sánchez *et al.*, 2002)

cabo la actividad de aprendizaje, pero no todos ellos son considerados en la evaluación final del alumno. Adicionalmente, algunos de estos recursos se utilizan durante la propia actividad de aprendizaje, como medio para recibir la realimentación del profesor en los avances realizados hacia los objetivos de aprendizaje hasta un determinado momento. Es decir, algunos de estos artefactos instrumentales no son relevantes para demostrar el proceso de aprendizaje del alumno (como los volcados de tráfico de red), mientras que otros (las evidencias educativas) pueden ser usados en la provisión de evaluación formativa o sumativa³. Así, el listado completo de información necesaria para cada evidencia educativa es el siguiente:

- *Identificación* de una muestra de trabajo como evidencia, con el fin de distinguirla de otros artefactos instrumentales.
- *Herramienta* que se usó en su generación, para determinar su naturaleza.
- *Objetivo(s)* de aprendizaje demostrados a través de esta muestra de trabajo.
- *Autor* (individuo o grupo)

Este listado, obtenido mediante un análisis de abajo-a-arriba a partir de situaciones de aprendizaje realistas será comparado en las siguientes secciones con el modelado de evidencias educativas presente en lenguajes de diseño y estándares de interoperabilidad de portfolio actuales.

3.2.2 EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE EN EL DISEÑO EDUCATIVO

A lo largo de la Sección 2.5 se presenta el diseño educativo (LD - *Learning design*) (Conole, 2012; Laurillard, 2002) como la aproximación adecuada para ayudar a los educadores a tomar decisiones pedagógicas, así como el uso de tecnología para apoyar este diseño; haciéndolo explícito, usable y compartible. Sin embargo, la comunidad de diseñadores no ha prestado la suficiente atención hasta ahora a la inclusión de evidencias educativas y sus propósitos en el diseño de situaciones de aprendizaje (Palomino-Ramírez *et al.*, 2007; Prieto, 2012). Por lo tanto, es necesario realizar un análisis del grado de cobertura actual que ofrecen los lenguajes de modelado educativo más comunes con respecto a la información relevante para la consideración de evidencias del aprendizaje en el proceso de diseño educativo. Este análisis constituye el enfoque de arriba-a-abajo (en contraposición al de abajo-a-arriba de la sección anterior) que permitirá alcanzar el marco conceptual que apoye la primera contribución de esta tesis.

La Sección 2.2 define las evidencias educativas como artefactos de especial relevancia entre los generados en una situación de aprendizaje. Por ello, cabría esperar que la información que las define ya esté presente en los lenguajes de diseño educativo actuales (en calidad de artefactos). Por tanto, se analizan los diferentes modelos educativos considerados en esta tesis (ver Sección 2.5) para determinar la presencia de cada uno de los elementos arriba listados en dichos modelos. La Tabla 3.3 presenta este análisis, sintetizando la capacidad de representar la información relativa a las evidencias de aprendizaje en cada uno de los modelos analizados: IMS-LD (IMS Global Consortium, 2003), LAMS-LD (Dalziel, 2003), Compendium-LD Brasher *et al.* (2008), Lingua Franca (Prieto, 2012) y AIM (Villasclaras-Fernández *et al.*, 2009).

³En términos de los propósitos del portfolio expresados en la Sección 2.2, las evidencias son usadas dentro del espacio de trabajo (*assessment FOR learning*) o como escaparate de las competencias adquiridas (*assessment OF learning*)

TABLA 3.3: Modelado de evidencias en diferentes lenguajes de diseño educativo. Se marca la presencia de cada elemento con un *tick* (✓) y su ausencia con un guión (-).

	IMS LD	LAMS LD	Compendium LD	Lingua Franca	AIM
Recurso/Artefacto	✓	✓	✓	✓	✓
Es una evidencia	-	-	-	-	-
Herramienta	✓	✓	✓	✓	-
Objetivo de aprendizaje	✓	✓	✓	✓	✓
Relación evidencias - objetivos	-	-	-	-	-
Autor	✓	✓	✓	✓	✓
Propósito de <i>assessment</i>	-	-	-	-	✓

Como se puede observar en la Tabla 3.3, en general todos los modelos escogidos son útiles para la representación de artefactos educativos. Todos los lenguajes considerados salvo AIM permiten especificar el tipo de contenido de un artefacto, o bien directamente o bien mencionando la herramienta que se empleó en su generación. De la misma forma, a pesar de la diferencia de nomenclatura, todos los modelos contienen referencias al autor de la evidencia. Sin embargo, ninguno de ellos dispone de un mecanismo específico para diferenciar evidencias del aprendizaje de otras muestras de trabajo generadas durante la situación de aprendizaje (en algunos casos, ni siquiera está clara la distinción entre artefacto de salida y recurso de entrada en una determinada tarea).

Finalmente, cabe destacar que, aunque todos los ejemplos estudiados permiten la especificación de objetivos de aprendizaje a diferentes niveles, ninguno establece la relación directa con la evidencia educativa. Esta distancia no es insalvable (podría asumirse que un artefacto evidencia los objetivos de aprendizaje de la actividad en la que fue generado), pero merece consideración, ya que es posible que algún artefacto solo sea evidencia de parte de los objetivos, o que existan otras relaciones diferentes entre objetivos, actividad y artefactos generados, que deberían ser modelables. Adicionalmente, sólo AIM permite el establecimiento de un propósito de *assessment* dentro del diseño educativo.

Por lo tanto, los lenguajes de modelado educativo actuales incluyen la mayor parte de la información necesaria para el modelado de evidencias educativas en entornos de aprendizaje distribuido. De esta forma, se puede extrapolar que aquellos profesores que usan diseño educativo para la orquestación de situaciones de aprendizaje apoyado por tecnología ya están proporcionando la mayoría de la información requerida para la recolección automática de artefactos. Sin embargo, se requieren datos adicionales, claves para mantener una relación entre los objetivos pedagógicos perseguidos y las muestras de trabajo a recolectar. En primer lugar, la clara distinción entre muestras de trabajo instrumentales y evidencias educativas. En segundo lugar, el nivel de granularidad suficiente para especificar el propósito pedagógico de cada evidencia relevante en el proceso de aprendizaje.

3.2.3 EVIDENCIAS EDUCATIVAS EN LOS SISTEMAS DE PORTFOLIO AC-TUALES

La Sección 3.2.1 identifica la información necesaria para modelar una evidencia educativa y su relación con los objetivos pedagógicos perseguidos por el profesor, mientras que la Sección 3.2.2 comprueba su disponibilidad en los lenguajes de diseño educativo actuales. La motivación subyacente es doble: por una parte, ayudar al profesor a alcanzar diseños educativos más coherentes y, por la otra, entender hasta qué punto es posible apoyar la recolección automática de evidencias en función de los datos proporcionados por el profesor durante el diseño una situación de aprendizaje.

En los escenarios educativos que conforman el contexto investigador de esta tesis (entornos distribuidos de aprendizaje que integran portfolios digitales), una vez que una evidencia educativa haya sido recopilada, será introducida en el gestor de portfolios digital escogido por el docente para esa situación de aprendizaje. En este sentido, el modelado de evidencias educativas utilizado en la fase de diseño deberá ser interpretado por estos gestores, con el fin de poder añadir la información adecuada a cada evidencia.

Así, resulta interesante ponderar el grado de coincidencia entre la información necesaria para modelar una evidencia educativa (identificada en la Sección 3.2.2) y la consumida por los principales estándares de interoperabilidad de portfolios (introducidos en la Sección 2.4). Para ello, se repite en la Tabla 3.4 el análisis de la sección anterior, usando en este caso los lenguajes para la interoperabilidad del portfolios digital como IMS Portfolio (IMS Global Consortium, 2012) y Leap2A (Smart, 2010). Se escogen estos dos formatos por ser los respetados por los principales gestores de portfolios utilizados en la actualidad (ver Tabla 2.1).

TABLA 3.4: Modelado de evidencias en diferentes lenguajes de interoperabilidad de portfolios. Se marca la presencia de cada elemento con un *tick* (✓) y su ausencia con un guión (-).

	IMS Portfolio	Leap2A
Recurso/Artefacto	-	-
Es una evidencia	✓	✓
Herramienta	✓	✓
Objetivo de aprendizaje	✓	✓
Relación evidencias - objetivos	✓	✓
Autor	✓	✓
Propósito de <i>assessment</i>	✓	✓

Los aspectos a evaluar son los mismos que en el caso anterior. A la vista de los resultados, todos los criterios relevantes están presentes en ambos lenguajes de interoperabilidad. Tanto IMS Portfolio como Leap2A permiten especificar a qué objetivos educativos responde cada evidencia, de dónde proviene y quién o quiénes han participado en su elaboración. No es posible distinguir en este tipo de modelado los elementos de entrada y salida de una actividad, puesto que no es información relevante para los gestores de portfolios (todos los artefactos contenidos en el portfolios serán el resultado de alguna actividad dentro de la situación de aprendizaje).

Esta sencilla comparativa pone de manifiesto que la información escogida resulta adecuada y ya está contemplada en los estándares de interoperabilidad de portfolios, por lo que la propuesta de esta tesis no tiene impacto en los mismos, y será posible emplearlos como parte de la solución.

3.3 *Evidence Aware Design Model (EADM)*

A lo largo de la sección anterior se identifican las piezas necesarias para el modelado de evidencias educativas involucradas en entornos distribuidos de aprendizaje. Estos elementos se extraen del análisis de tres fuentes de información fundamentales: la información disponible en situaciones de aprendizaje reales, los modelos de diseño de aprendizaje actuales y las representaciones computacionales que son capaces de interpretar los principales gestores de portfolio existentes.

Esta sección describe la primera de las contribuciones de esta tesis: un modelo de diseño educativo capaz de apoyar la especificación de evidencias en el ciclo de vida completo de una situación de aprendizaje. Esta contribución se interpreta como un primer y necesario paso hacia la construcción de una solución que alivie algunos de los problemas detectados en la integración de portfolios digitales en DLEs (ver Sección 2.4), principalmente asociados al incremento en la dificultad de orquestación y la sobrecarga de trabajo para el profesor. Para ello, se persigue que el modelo de diseño educativo presentado posibilite las siguientes metas:

- Caminar hacia diseños educativos más coherentes, gracias a una mayor reflexión sobre los objetivos educativos perseguidos y su relación con las muestras de trabajo solicitadas a los alumnos
- Asegurar que la centralización de muestras de trabajo en el portfolio se guía por motivos pedagógicos

A lo largo de la sección anterior se presentó el trabajo de Villasclaras-Fernández (2010) en la integración de *assessment* en situaciones de aprendizaje apoyado por tecnología. Siendo el portfolio una herramienta *assessment* y tratándose del mismo contexto tecnológico (entornos distribuidos de aprendizaje), se utilizan las situaciones de aprendizaje reales empleadas allí para identificar los principales elementos informativos que se espera que el profesor haga explícitos para el modelado de evidencias educativas (ver Sección 3.2.1). Este análisis concluye que gran parte de la información ya está disponible, pero es necesario añadir algunos elementos específicos más. Por este motivo, parece razonable partir del modelo de diseño educativo propuesto por Villasclaras-Fernández (2010) y enriquecerlo hasta alcanzar el modelado de evidencias educativas deseado.

De acuerdo a este modelo (AIM - *Assessment Integration Model*, representado en la Figura 3.2), el diseño educativo propuesto por el profesor persigue unos determinados objetivos educativos y contiene una serie de actividades de aprendizaje (que serán realizadas por los alumnos) o de apoyo (que serán realizadas por los docentes). Las actividades de aprendizaje sirven como fuente de datos para realizar *assessment* orientado a esos mismos objetivos, de acuerdo a diferentes propósitos. En primer lugar es posible que se pretenda realizar una provisión de realimentación (en forma de comentarios) sobre la tarea realizada. En este caso, el resultado del *assessment* se incorporará de nuevo a una tarea de aprendizaje posterior. En segundo lugar, puede pretenderse apoyar decisiones de instrucción, de forma que el resultado del *assessment* alimenta la siguiente actividad de apoyo. Por último, es posible que el propósito de la evaluación sea la valoración sumativa clásica de la evolución del alumno. Este modelo se considera alineado con el presente trabajo de tesis, ya que permite la integración de *assessment* en el diseño y orquestación de situaciones de aprendizaje distribuidas.

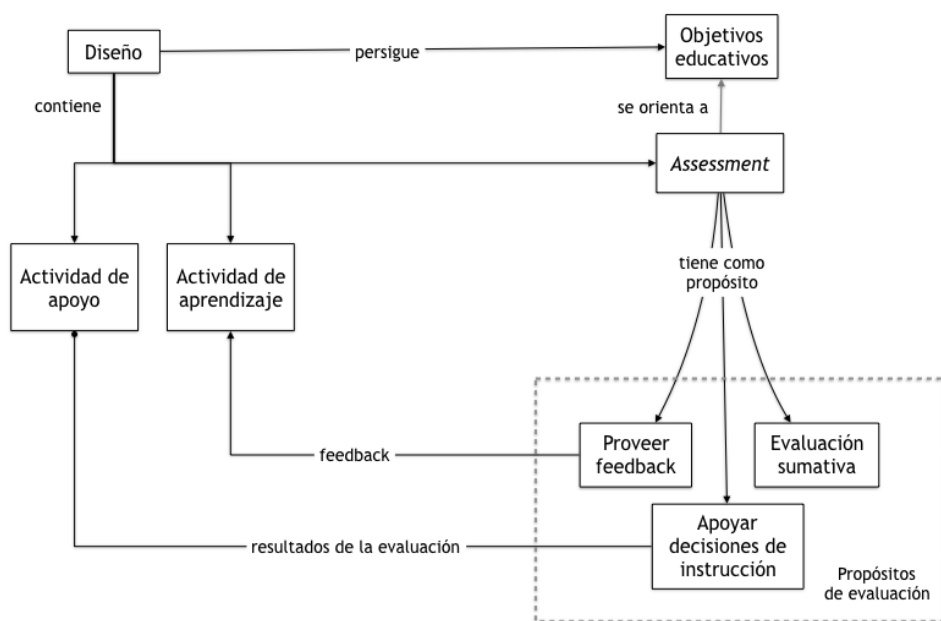


FIGURA 3.2: Modelo para la integración de assessment (AIM - *Assessment Integration Model*, extraído de (Villasclaras-Fernández, 2010))

De esta forma, entendiendo el portfolio digital como una herramienta de *assessment*, podría usarse el AIM para tratar la inclusión de este portfolio en el diseño educativo. Sin embargo, como se ha visto en la sección anterior, la información modelada de esta manera no es suficiente para apoyar una solución que alivie la carga de trabajo asociada a la orquestación de portfolios digitales en entornos distribuidos. En primer lugar, con el objetivo de guiar el almacenamiento de muestras de trabajo en el portfolio digital de acuerdo a motivos pedagógicos, es necesario aumentar la granularidad con la que se expresan los objetivos educativos, haciéndolo a nivel de artefacto en lugar de actividad. Esta especificación de objetivos de aprendizaje ayudará a conseguir diseños más coherentes. Adicionalmente, el AIM no modela algunas piezas información necesarias para posibilitar una recolección automática de evidencias educativas: la identificación de ciertos artefactos especialmente relevantes como evidencias, la herramienta a utilizar en la generación de esas evidencias y la relación explícita entre evidencias del aprendizaje y el objetivo educativo que persiguen.

La Figura 3.3 construye sobre el AIM los elementos informativos identificados en la Sección 3.2.1, para conformar el modelo de diseño educativo orientado a evidencias EADM (*Evidence Aware Design Model*). La finalidad de esta extensión es añadir las relaciones necesarias para que el profesor reflexione sobre el propósito pedagógico de las muestras de trabajo que exige a sus alumnos. Así, se añade la relación entre las diferentes actividades educativas, las herramientas empleadas en la generación de artefactos, la puesta en relevancia de las evidencias educativas y el portfolio digital. Así, en cada actividad, usando los recursos propuestos por el profesor, los alumnos generan una serie de muestras de trabajo que conforman su portfolio. Este portfolio atiende a tres propósitos fundamentales, detallados en la Sección 2.2. En primer lugar, es posible emplear

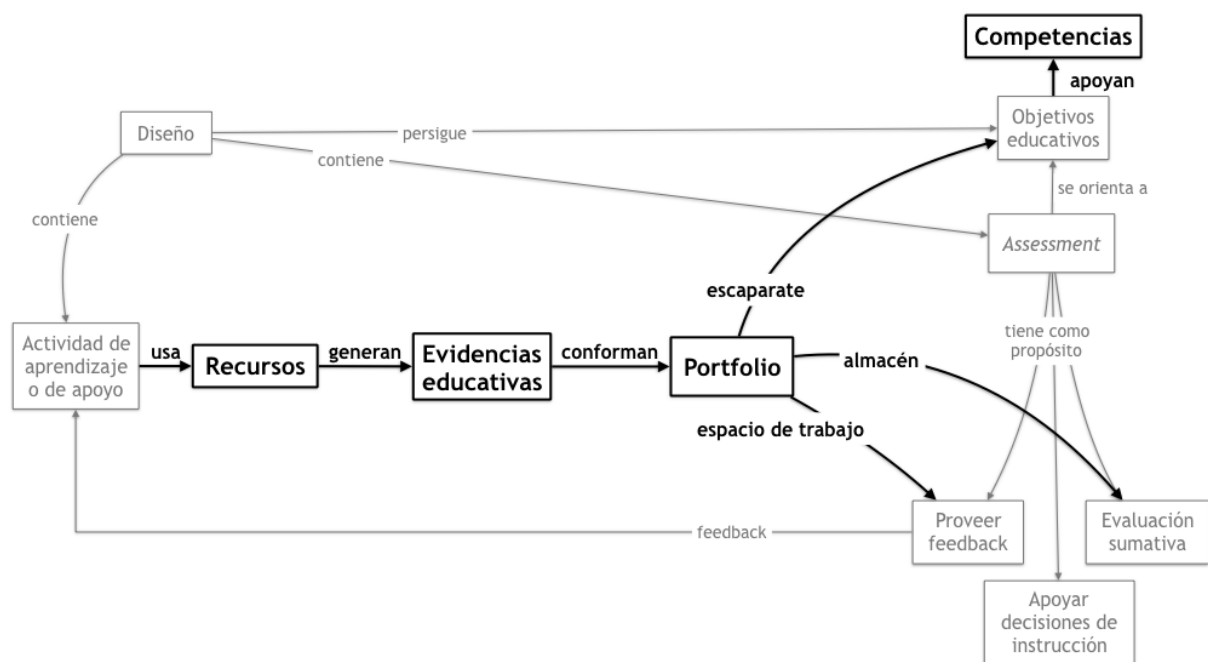


FIGURA 3.3: EADM - Modelo para la inclusión de evidencias educativas en el diseño de una situación de aprendizaje. Se representan en gris los elementos pertenecientes al modelo AIM de Villasclaras-Fernández (2010) y en negro los elementos añadidos en la presente tesis

el portfolio como almacén de evidencias educativas para su explotación posterior, tanto en el *assessment* formativo como sumativo. En segundo lugar, la capacidad de proveer realimentación sobre las evidencias almacenadas habilita el portfolio como espacio de trabajo. Finalmente, este compendio de muestras de trabajo permite la demostración, a modo de escaparate, del grado de adquisición de las competencias pretendidas.

Para una mejor comprensión del modelo propuesto, se trabajará en base a un ejemplo de escenario educativo distribuido apoyado por tecnología. Supongamos que un profesor universitario diseña una actividad para que sus alumnos de arte aprendan a realizar documentales, promocionarlos usando tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) y escribir críticas cinematográficas, siendo estos los objetivos educativos para esta situación de aprendizaje. Para ello, les propone en primer lugar que realicen, en grupos de dos personas, un guión para un vídeo de cuatro minutos, usando Hackpad⁴ como herramienta de edición colaborativa. A continuación, deberán montar y publicar el vídeo usando Youtube⁵; y presentarlo a la sociedad usando medios digitales (cuenta de Twitter⁶ y página de Facebook⁷ dedicadas a tal propósito). El profesor realizará su primera tarea de *assessment* sobre este vídeo publicado y enviará sus comentarios por correo electrónico a sus alumnos, de forma que tengan la oportunidad de mejorarlo en una

⁴<http://hackpad.com/>

⁵<http://www.youtube.com/>

⁶<http://twitter.com/>

⁷<http://www.facebook.com/>

segunda iteración teniendo en cuenta la realimentación del profesor. Una vez que las versiones definitivas estén disponibles, cada grupo debe presentar su vídeo en una página MediaWiki, de forma que el resto de grupos tengan acceso al mismo para realizar una crítica cinematográfica sobre esa misma plataforma de cinco documentales repartidos al azar. El profesor evaluará la capacidad crítica de los alumnos sobre el resultado de esta última actividad. Finalmente, la nota de cada alumno quedará conformada por el impacto en redes sociales generado, la calidad del documental resultante y la precisión de su crítica cinematográfica. La secuencia de tareas propuesta se esquematiza en la Tabla 3.5.

TABLA 3.5: Ejemplo de situación de aprendizaje distribuida

Actividades de Aprendizaje	Actividades de Apoyo
Escritura del guión	
Lanzamiento del documental	<i>Assessment</i> de la primera versión del documental
Revisión del documental de acuerdo a los comentarios del profesor	Evaluación del documental
Publicación del vídeo	
Crítica cinematográfica de 5 documentales	Evaluación de la crítica cinematográfica

En este caso, la inclusión de *assessment* en el diseño educativo propuesta por Villasclaras-Fernández (2010) permite modelar tanto la revisión entre pares (críticas cinematográficas) como las actividades de apoyo del profesor, que atienden unos casos a la provisión de *feedback* sobre el trabajo realizado por sus alumnos y en otras a la valoración final de los mismos. Sin embargo, el nivel de granularidad no es suficiente en el caso de la segunda actividad: las muestras de trabajo generadas en ese caso atienden a objetivos educativos diferentes. Por una parte, la generación de perfiles en redes sociales atiende al objetivo educativo de emplear tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) para la puesta en valor del trabajo realizado, y debe almacenarse para la evaluación sumativa final. Por otra, la primera versión del vídeo se considera trabajo en curso en dirección del objetivo principal de la asignatura: la realización de documentales. Este artefacto se empleará en la provisión de *assessment* formativo, pero no será necesariamente el producto final a evaluar.

Con el fin de solventar esta carencia, el EADM (*Evidence-Aware Design Model*) incluye los elementos necesarios enlazar evidencias educativas y objetivos de aprendizaje. De esta forma, la Tabla 3.6 incorpora los elementos específicos para un diseño orientado a evidencias educativas en el ejemplo propuesto. Esta misma información se recoge de manera gráfica en la Figura 3.4, que instancia el modelo presentado en la Figura 3.3 para el caso concreto de la segunda actividad de la situación de aprendizaje propuesta. Se escoge esta actividad como muestra por ser la más compleja de las presentadas.

Gracias a la información descrita en el ejemplo (dónde se encuentran las evidencias y a qué propósito educativo responden), será posible apoyar al profesor con tecnología en la recolección de los elementos adecuados para una evaluación alineada con los objetivos de aprendizaje propuestos, tal y como se describe en el Capítulo 4. El papel del profesor en esta primera fase de diseño es, por lo tanto, clave para el éxito de la propuesta completa. Se espera, además, que esta aproximación anime al profesor a reflexionar hacia diseños más coherentes y alineados con sus objetivos pedagógicos.

TABLA 3.6: Ejemplo de diseño orientado a evidencias educativas

Actividad de Aprendizaje	Herramienta	Evidencia	Objetivo Educativo
Escritura del guión	Hackpad	No	
Lanzamiento del documental	Youtube	Sí	Realizar documentales de investigación
	Twitter	Sí	Utilizar TIC para la puesta en valor del trabajo realizado
	Facebook	Sí	Utilizar TIC para la puesta en valor del trabajo realizado
Revisión del documental de acuerdo a los comentarios del profesor	Youtube	Sí	Realizar documentales de investigación
Publicación del vídeo	Mediawiki	No	
Crítica cinematográfica de 5 documentales	MediaWiki	Sí	Realizar críticas cinematográficas

3.4 DISCUSION

La reorientación de la enseñanza actual hacia currículos basados en competencias demanda métodos de evaluación acordes, que permitan variar el foco desde una evaluación *del* aprendizaje a una evaluación *para el* aprendizaje. Los portfolios digitales emergen como herramientas adecuadas para la provisión de *assessment* formativo, gracias al cual los alumnos reciben realimentación sobre su proceso de aprendizaje para poder reconducir su trayectoria personal hacia los objetivos esperados.

Con este objetivo, el diseño educativo orientado a evidencias (EADM - *Evidence Aware Design Model*) propone la identificación de aquellos artefactos generados por los alumnos, relevantes para fundamentar la realimentación por parte del profesor. Se establece, además, el enlace entre estas muestras de trabajo significativas, o evidencias educativas, y los objetivos concretos cuyo avance demuestran. Finalmente, se escoge el propósito de cada evidencia educativa dentro del portfolio digital del alumno: almacén, espacio de trabajo o escaparate. De esta forma, el EADM apoya el primero de los objetivos parciales de esta tesis: *ayudar al profesor a identificar evidencias educativas relevantes durante el proceso de diseño de situaciones de aprendizaje*.

Sin embargo, la utilización de EADM para el modelado de una situación de aprendizaje que incorpora portfolios digitales en DLEs no es suficiente para *evitar la sobrecarga de trabajo asociada a la dispersión de evidencias educativas*, siendo éste el segundo objetivo parcial del presente trabajo de tesis. Con el fin de apoyar la recolección automática de muestras de trabajo, es necesario algo de información adicional a la obtenida a través del diseño orientado a evidencias educativas. Concretamente, es necesario saber la ubicación de la evidencia, así como el instante en el que debe accederse al artefacto para su recopilación. Estos datos sólo estarán disponibles una vez que el profesor instancie su diseño educativo, entrando en la segunda fase del ciclo de vida de la situación de aprendizaje, tal y como se propuso en la Sección 2.5. Finalmente, la recolección efectiva de las evidencias tendrá lugar en la tercera fase: la puesta en marcha de la situación de aprendizaje.

La incorporación de un elemento tecnológico para el apoyo al profesor en la instanciación y

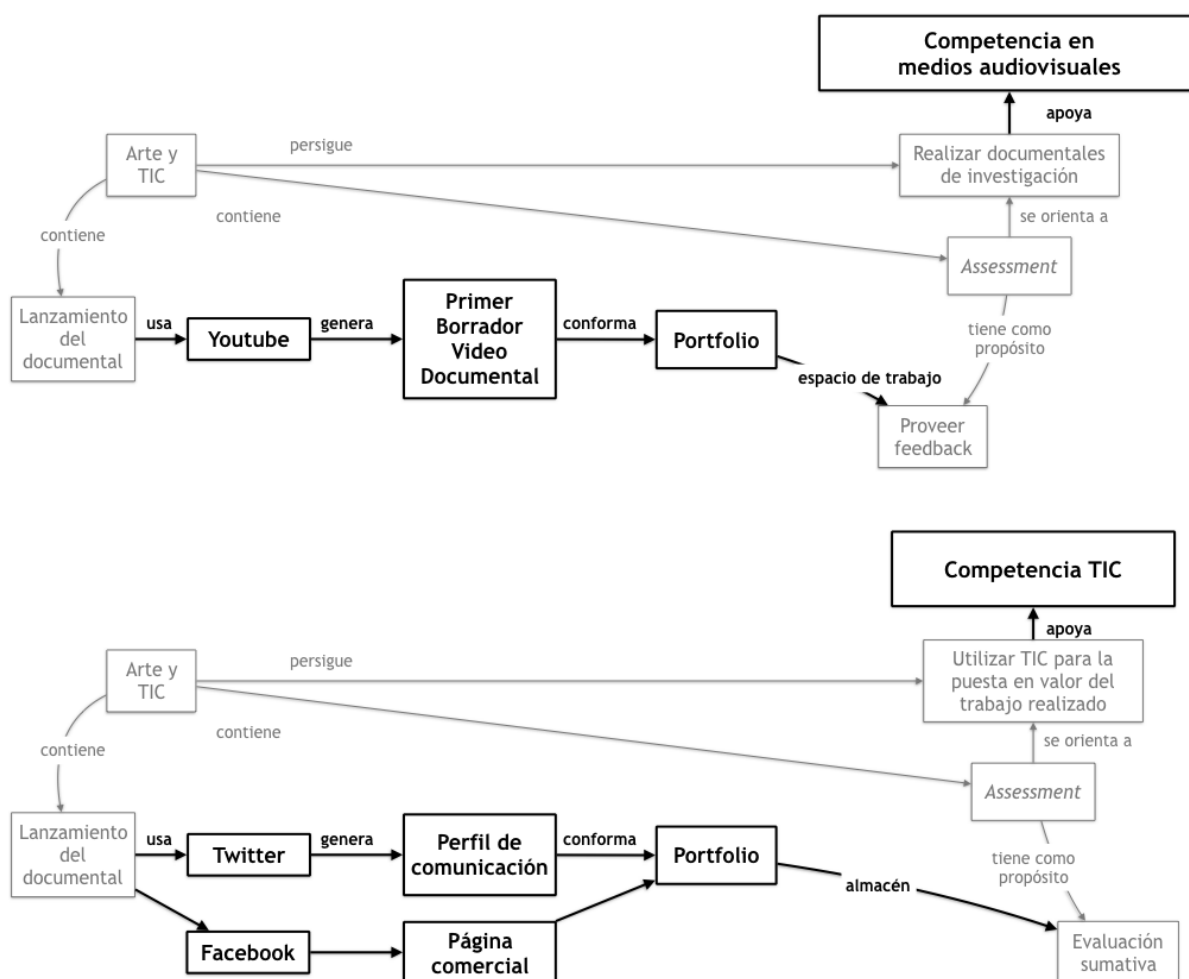


FIGURA 3.4: Ejemplo de aplicación del modelo de diseño orientado a evidencias educativas

puesta en marcha requiere una representación computacional de su diseño educativo, de forma que la recolección automática de muestras de trabajo esté guiada por sus decisiones pedagógicas. En este sentido, el modelo de referencia empleado en la presentación conceptual del diseño orientado a evidencias educativas, el AIM, deja de ser adecuado para la representación de información de instanciación y su consumo durante la puesta en marcha de la situación de aprendizaje. Cabe preguntarse, por este motivo, si la elección de otro modelo base para todo el proceso hubiera sido más adecuada. No obstante, es necesario recordar que el objetivo de esta primera contribución de la tesis es apoyar al profesor en una provisión más coherente de *assessment* formativo. Por este motivo, su proceso de reflexión previo a la instanciación y puesta en marcha de la situación de aprendizaje debe incluir sus propósitos evaluativos, siendo AIM el único modelo de los estudiados centrado en este aspecto del diseño. Por el contrario, de cara a la recolección automática de muestras de trabajo (objetivo fundamental de la segunda contribución de la tesis) es indispensable conocer la herramienta empleada por el alumno en la generación de artefacto

a almacenar. Es posible representar computacionalmente esta información (junto con los datos añadidos durante la instanciación) a través de la Lingua Franca, presentada en la Sección 2.5 e incluida en la comparativa de modelos educativos existentes en la Sección 3.2.2, por lo que será el modelo de datos escogido para la explotación de evidencias educativas en el resto del ciclo de vida de la situación de aprendizaje. La transición entre estos dos modelos se detallará en el siguiente capítulo.

3.5 CONCLUSIONES

El presente capítulo contiene la descripción detallada de la primera contribución de esta tesis: el modelo de diseño orientado a evidencias EADM (*Evidence-Aware Design Model*).

Para llegar hasta él, se ha utilizado un proceso basado en dos enfoques complementarios, de abajo-a-arriba y de arriba-a-abajo. En el primer caso, se parte de situaciones educativas reales en entornos distribuidos de aprendizaje y se identifican los elementos necesarios para un modelado adecuado de las evidencias generadas, guiado por tres propósitos: caminar hacia diseños más coherentes, guiar la construcción de portfolios digitales de acuerdo a pautas pedagógicas y posibilitar la explotación posterior de esta información para posibilitar la recolección automática de las muestras de trabajo. Una vez identificados estos elementos, se cruzan con aquellos existentes en los lenguajes de diseño educativo e interoperabilidad de portfolios actuales, con el fin de validar el solape entre las aproximaciones teóricas y la realidad.

Se espera que el modelo presentado cumpla con su objetivo de ser útil para establecer el enlace entre evidencias del aprendizaje y objetivos educativos, sin suponer, en principio, un incremento sensible en la carga de trabajo de diseño del profesor. Estas dos afirmaciones se evaluarán en el Capítulo 5.

La información recogida y modelada gracias al EADM se explota en el siguiente capítulo para la recolección automática de evidencias educativas en entornos distribuidos. Toma forma así la segunda contribución de esta tesis: ACE - *Automatic Collection of Evidence*.

Capítulo 4

RECOLECCIÓN AUTOMÁTICA DE EVIDENCIAS EDUCATIVAS

ESTE capítulo contiene la segunda contribución de esta tesis doctoral: una arquitectura para la recolección de evidencias educativas dispersas en entornos distribuidos tecnológicamente heterogéneos (ACE - *Automatic Collection of Evidence*).

Esta arquitectura pretende conseguir una integración de múltiples entornos virtuales de aprendizaje, herramientas web 2.0, y gestores de portfolio para la explotación de estos últimos como herramientas de *assessment* en situaciones de aprendizaje soportado por tecnología. Para ello, se utiliza el diseño educativo del profesor, de forma que la recolección automática de muestras de trabajo se guíe por propósitos pedagógicos. El desarrollo del núcleo de esta arquitectura y la utilización del patrón adaptador para la integración sistemas adicionales permite disminuir el coste de desarrollo de una interconexión muchos a muchos, que aporte al profesor la flexibilidad necesaria para escoger las herramientas educativas más adecuadas a sus objetivos pedagógicos.

4.1 INTRODUCCIÓN

Los Capítulos 1 y 2 introducen y analizan el problema de investigación escogido para este trabajo de tesis: la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje. A lo largo de los mismos se identifican las principales carencias presentes en las alternativas actuales para la solución de este problema. Por una parte, la dispersión de las muestras de trabajo en múltiples herramientas en entornos distribuidos de aprendizaje dificulta la labor del profesor en el acceso y *assessment* de las mismas (Bubas *et al.*, 2011). Sin embargo, la centralización de estas evidencias educativas en el portfolio digital del alumno conlleva una sobrecarga de trabajo para el educador, que no escala a un número elevado de estudiantes (Ravet, 2007). Adicionalmente, la heterogeneidad de herramientas e interfaces de acceso presentes en este tipo de entornos incrementa la dificultad cognitiva a la que se enfrenta el profesor y, por lo tanto, la facilidad para cometer errores en la recopilación manual de las muestras de trabajo (Reese y Levy, 2009).

Por lo tanto, la solución al principal problema asociado a la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos (la sobrecarga de trabajo que sufre el profesor) debe apoyarse en una alternativa tecnológica que realice una recopilación automática de esas muestras de trabajo dispersas, manteniendo la flexibilidad suficiente para que el profesor pueda escoger el conjunto de herramientas educativas de su preferencia. Así, este Capítulo presenta la segunda contribución de la tesis: una arquitectura para la recolección automática de evidencias educativas (ACE - *Automatic Collection of Evidence*), que será de utilidad en entornos distribuidos de aprendizaje, donde la diversidad de herramientas y el número de alumnos hagan altamente costosa la recopilación de las muestras de trabajo generadas a lo largo de la situación de aprendizaje.

Para la presentación de esta arquitectura y ejemplificar su uso por parte del profesor, se seguirá el ciclo de vida de una situación de aprendizaje presentado en el Capítulo 2, compuesto por las fases de diseño, instanciación y puesta en marcha. En cada fase, se determinará el impacto que la recolección de evidencias tiene en la misma, así como el apoyo prestado por la arquitectura ACE al trabajo del profesor.

Con el fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos necesarios para cubrir las carencias detectadas en las propuestas actuales, la Sección 4.2 realiza un análisis de otras propuestas en el ámbito investigador que tratan de resolver problemas similares, de donde se extraen los requisitos recomendados para una solución efectiva al problema. Esta solución se presenta a continuación, en la Sección 4.3, y finalmente se discute en la Sección 4.4.

4.2 REQUISITOS PARA LA INTEGRACIÓN DE PORTFOLIOS DIGITALES EN DLES

La principal barrera para un uso extendido de portfolios digitales en DLEs se asocia a la necesidad de recolectar de forma manual las muestras de trabajo dispersas en distintas herramientas. Esta labor es tediosa, propensa a errores y supone un alto consumo de tiempo (Bubas *et al.*, 2011), dedicado a una tarea sin ningún valor añadido para la situación de aprendizaje. Esta información se representa de forma esquemática en la Tabla 2.2, dentro del Capítulo 2.

Por otra parte, las alternativas actuales para minimizar el impacto en el profesor de la integración de portfolios digitales con VLEs o herramientas web 2.0 proponen soluciones de integración muy estrecha entre las herramientas seleccionadas. Esto quiere decir que el profesor se ve obligado a trabajar bajo estas imposiciones, sin flexibilidad para escoger las herramientas más adecuadas a la situación de aprendizaje concreta que pretende apoyar. Así, por ejemplo, Mahoodle¹ permite la interconexión del gestor de portfolio Mahara y el VLE Moodle. En este caso, el profesor no podría escoger otro portfolio digital, ni cambiar el VLE. De la misma manera, no podría extender el apoyo tecnológico a la inclusión de herramientas externas al VLE.

La presente sección pretende extraer, a partir de las carencias detectadas en la Sección 2.4, los requisitos que debe cumplir la solución perseguida. Para ello, la Tabla 4.1 transforma esas carencias en requisitos para una solución escalable, flexible y que pueda desplegarse en diferentes situaciones de aprendizaje.

De manera habitual, cuando la evidencia educativa se coloca manualmente en el portfolio de un alumno (Oliveira y Moreira, 2012; Salinas *et al.*, 2011; Hamalainen *et al.*, 2009), se pierde

¹<https://docs.moodle.org/30/en/Mahoodle>

TABLA 4.1: Requisitos para la integración de portfolios digitales en DLEs

Limitación	Requisitos	Funcionalidad
Ausencia de la estructura de la actividad de aprendizaje en el gestor de portfolio	Mantenimiento del contexto de una evidencia educativa	Es posible identificar en el portfolio quién creó la evidencia Es posible identificar en el portfolio cuándo se creó la evidencia
Consumo de tiempo debido a la recolección manual	Reducción de acciones sin valor añadido en la recopilación de artefactos	Recolección automática de muestras de trabajo
Propenso a errores	Reducción de la carga cognitiva para el profesor	Explotación de la información de diseño en la recolección
Falta de flexibilidad	Integración de múltiples herramientas de autoría, VLEs, herramientas externas y gestores de portfolio	Capacidad de utilización de múltiples representaciones LD Capacidad de utilización de múltiples VLEs Capacidad de utilización de múltiples herramientas externas al VLE Capacidad de utilización de múltiples gestores de portfolio

la relación entre ese artefacto y la actividad en que se generó. En algunos casos, incluso la información de autoría se desvirtúa (p.ej., no se refleja que la muestra trabajo fue generada por un grupo de compañeros, sino que se tiene la impresión de tratarse de un trabajo individual). Se detecta, por lo tanto, una falta de continuidad en la información de contexto de una muestra de trabajo, que hace necesario que la solución final de integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje acompañe cada evidencia con su información contextual para su posible uso por parte del profesor durante el *assessment* de la misma.

Por otra parte, la mayoría de soluciones presentadas sobrecargan o bien al alumno o bien al profesor con las acciones asociadas al traslado de un artefacto desde la herramienta con la que fue generado hasta el perfil del alumno en el gestor de portfolio. Estas tareas manuales desaniman a los actores implicados en la puesta en marcha de portfolios digitales, dificultando su aceptación (Balaban *et al.*, 2011; Sweat-Guy y Buzzetto-More, 2007; Buzzetto-More, 2010). En el caso de situaciones de aprendizaje colaborativo, en las que los flujos de evidencias entre actividades se complican, o en caso de que el número de alumnos sea alto (como en los niveles superiores de educación), la recolección manual de muestras de trabajo y su posterior inclusión en los portfolios digitales se hace imposible. Esto obliga a los docentes a poner en marcha alternativas menos ambiciosas, con el consiguiente impacto negativo en las actividades de aprendizaje diseñadas. Es deseable, por lo tanto, que la solución final sea capaz de recolectar evidencias educativas de múltiples fuentes de datos heterogéneas (herramientas internas y externas al VLE).

Como consecuencia de esta inclusión de actores humanos en las tareas de recolección de artefactos de fuentes diversas, las propuestas existentes son propensas a errores. Sin embargo, la información relativa a qué recoger y cuándo es una decisión consciente del profesor, reflejada en cierta manera en su diseño educativo. En este caso, uno de los requisitos para una posible solución final de integración sería la capacidad de explotar la información de diseño con el fin de eventualmente reducir ese riesgo de error.

Finalmente, las soluciones presentes en la literatura están limitadas a los escenarios propuestos por sus autores. Es decir, las integraciones entre entornos virtuales de aprendizaje, herramientas y gestores de portfolio se realizan entre soluciones específicas, sin capacidad de extender el trabajo realizado a otras plataformas, limitando el poder de decisión del profesor a los VLEs y herramientas que las componen. Parece razonable ofrecer al profesor más flexibilidad en la elección de las herramientas educativas a utilizar, con el fin de conseguir el apoyo tecnológico más adecuado a la situación de aprendizaje propuesta. Por este motivo, es necesario trabajar hacia una solución heterogénea, capaz de trabajar con múltiples representaciones de LD, múltiples entornos virtuales de aprendizaje, múltiples herramientas web 2.0 y múltiples gestores de ePortfolio.

A modo de resumen, los principales requisitos definidos para una correcta integración de portfolios digitales en DLEs deben centrarse en evitar la recolección manual de muestras de trabajo. Esto se debe a que una recopilación automática reduce el consumo de tiempo y la probabilidad de cometer errores. Al mismo tiempo, es necesario alcanzar un equilibrio entre una integración suficientemente estrecha entre los sistemas como para que la información fluya de unos a otros (principalmente, el contexto en el que se generó la muestra de trabajo), pero suficientemente desacoplada como para asegurar la flexibilidad necesaria para que el profesor elija con libertad las herramientas educativas a utilizar, sin renunciar por ello al uso del portfolio.

TABLA 4.2: Criterios para la evaluación de la funcionalidad de integración de portfolios digitales en DLEs

Funcionalidad	Criterio	Valor
Es posible identificar quién creó la evidencia	En el portfolio, el nombre del alumno está presente en cada evidencia	Sí/No
	En el portfolio, el identificador de grupo está presente en cada evidencia	Sí/No
Es posible identificar cuándo se creó la evidencia	En el portfolio, el identificador de actividad está presente en cada evidencia	Sí/No
	En el portfolio, la fecha de recolección está presente en cada evidencia	Sí/No
Recolección automática de muestras de trabajo	Recolección automática de evidencias generadas en el VLE	Sí/No
	Recolección automática de evidencias generadas en herramientas externas al VLE	Sí/No
Capacidad de utilización de múltiples representaciones LD	Integración con al menos dos representaciones LD	Sí/No
Capacidad de utilización de múltiples VLEs	Integración con al menos dos VLEs	Sí/No
Capacidad de utilización de múltiples herramientas externas	Integración con al menos dos herramientas externas	Sí/No
Capacidad de utilización de múltiples gestores de portfolio	Integración con al menos dos gestores de portfolio	Sí/No

Con este objetivo en mente, se comparan a continuación las alternativas presentadas en la Sección 2.4 de acuerdo a los rasgos funcionales deseados para el cumplimiento de los objetivos planteados en el esquema de tesis de la Sección 1.2:

1. *Ayudar al profesor a identificar evidencias educativas relevantes durante el proceso de diseño de situaciones de aprendizaje*

2. Evitar la sobrecarga de trabajo asociada a la dispersión de evidencias educativas

Para ello, la Tabla 4.2 propone una serie de criterios basados en la funcionalidad deseada, que sientan las bases de la comparación entre soluciones.

En primer lugar, la presencia o ausencia del nombre del alumno que generó la evidencia en el portfolio, así como el grupo al que pertenece (si correspondiera), determina la capacidad de la solución para identificar quién creó una determinada muestra de trabajo.

De forma similar, una referencia a la actividad concreta en la que se requería la creación del artefacto, así como la fecha de recolección permitirá contextualizar temporalmente la creación de la evidencia.

En el caso de la recolección automática de muestras de trabajo, será necesario asegurar la recopilación tanto de artefactos generados dentro de un entorno virtual de aprendizaje como a través de herramientas web 2.0 externas al mismo.

En relación con la flexibilidad de la solución para adaptarse a las decisiones instrumentales del profesor (es decir, la selección de herramientas a utilizar), se validará respectivamente la capacidad de apoyar dos o más representaciones de *Learning Design*, entornos virtuales de aprendizaje, herramientas externas y gestores de portfolio.

De esta forma, la solución más completa de acuerdo a la tabla de criterios propuesta será aquella que responda positivamente a todos los criterios propuestos.

TABLA 4.3: Evaluación de soluciones para la integración de portfolios digitales en DLEs

Funcionalidad	ePortfolio independiente	VLE con módulo ePortfolio	ePortfolio independiente integrado en un VLE
En el portfolio, el nombre del alumno está presente en cada evidencia	Sí	Sí	Sí
En el portfolio, el identificador de grupo está presente en cada evidencia	No	Sí	Sí
En el portfolio, el identificador de actividad está presente en cada evidencia	No	Sí	Sí
En el portfolio, la fecha de recolección está presente en cada evidencia	No	Sí	Sí
Recolección automática de evidencias generadas en el VLE	No	Sí	Sí
Recolección automática de evidencias generadas en herramientas externas al VLE	No	No	No
Integración con al menos dos representaciones LD	No	No	No
Integración con al menos dos VLEs	No	No	No
Integración con al menos dos herramientas externas	No	No	No
Integración con al menos dos gestores de portfolio	No	No	No

Teniendo en cuenta estos criterios, la Tabla 4.3 los evalúa para los casos presentados en la Sección 2.4: portfolios digitales como soluciones independientes del entorno de aprendizaje, VLEs que contienen un módulo de portfolio, e integración entre un VLE determinado y su ePortfolio asociado.

En general, la información de autoría individual de cada muestra de trabajo está siempre disponible, puesto que el artefacto termina en el ePortfolio de un alumno determinado. El resto

del contexto de una evidencia (información de autoría grupal, actividad en la que se generó e instante de recogida) solo está disponible en caso de que el ePortfolio y el VLE estén alineados, como es el caso de módulos específicos dentro del entorno virtual, o soluciones pareadas².

Este mismo tipo de soluciones permiten una alineación entre las muestras de trabajo generadas dentro del VLE y los artefactos finalmente disponibles en el portfolio digital del alumno. Sin embargo, la recuperación y almacenamiento de muestras de trabajo situadas en fuentes externas sigue suponiendo una sobrecarga manual para el profesor.

Una carencia común a la mayoría de soluciones disponibles es su incapacidad para ser replicadas en diferentes situaciones de aprendizaje, en las que el profesor escoja otro entorno virtual de aprendizaje u otras herramientas. La elección de una solución de integración marca, en muchos casos, el rango de útiles disponibles para su puesta en marcha.

Como conclusión, ninguno de los patrones de integración identificados en la literatura cumple completamente los requisitos definidos para una integración exitosa de portfolios digitales en entornos de aprendizaje distribuidos. Así, la Sección 4.3 presenta la segunda contribución de esta tesis, en forma de una arquitectura para la recolección automática de evidencias educativas, diseñada para solventar las carencias actuales de la citada integración.

4.3 *Automatic Collection of Evidence (ACE)*

Considerando el listado de requisitos identificados en la sección anterior, esta sección presenta la segunda contribución de este trabajo de tesis: la arquitectura ACE (*Automatic Collection of Evidence*) para la recolección automática de evidencias educativas generadas por estudiantes en DLEs y su almacenamiento en un portfolio digital.

Una visión general de la arquitectura se presenta en la Sección 4.3.1. La Sección 4.3.2 detalla el flujo de trabajo soportado por esta arquitectura, mientras que las Secciones 4.3.3 y 4.3.4 recoge el modelo de datos y las interfaces definidas por la misma. Finalmente, la Sección 4.3.5 describe el prototipo implementado a lo largo de este trabajo de tesis.

4.3.1 ARQUITECTURA PARA LA RECOLECCIÓN AUTOMÁTICA DE EVIDENCIAS EDUCATIVAS

Esta sección describe las principales características de la solución propuesta para la recolección automática de evidencias educativas en entornos distribuidos. La arquitectura presentada fue propuesta de acuerdo a una serie de principios generales y refinada a lo largo de los ciclos de investigación, de acuerdo a la metodología DSRM escogida para la realización de esta tesis.

Esta arquitectura aborda el problema de la recolección de muestras de trabajo dispersas mediante la transferencia de datos entre herramientas, VLE y gestor de portfolio (es decir, integrando distintas interfaces). Una vez puestos en marcha estos enlaces, y gracias a las decisiones pedagógicas del profesor (en forma de diseño educativo orientado a evidencias, descrito en el Capítulo 3), la solución es capaz de recuperar los artefactos adecuados de las herramientas esco-

²Integración estrecha específicamente establecida entre un VLE y un gestor de portfolio determinados. Como ejemplo, Mahoodle establece un enlace específico y exclusivo entre Moodle y Mahara.

gidas en el instante adecuado. Al ser un proceso automatizado, esta solución escala para grandes grupos de estudiantes, donde la recolección manual sería un impedimento.

Con este propósito, se plantea una solución basada en el patrón adaptador (Gamma *et al.*, 1995), donde los diferentes bloques de la arquitectura se comunicarán de acuerdo a una interfaz determinada, heredando las ventajas de este patrón. En primer lugar, al adaptar cada herramienta a un punto de encuentro común, se resuelve la heterogeneidad técnica hasta un cierto nivel. En segundo lugar, el coste asociado a la integración de nuevos elementos en el sistema se reduce. Al desarrollar un sólo adaptador, se obtiene conexión inmediata con todos los componentes ya integrados. Adicionalmente, la utilización de este patrón permite la integración de nuevos elementos sin modificar su implementación. En este caso, ACE admite la inclusión de nuevos adaptadores de diseños educativos, VLEs, herramientas externas o gestores de portfolio, sin que esto obligue a modificar el estado actual de los mismos. La única restricción impuesta por ACE para una correcta integración es que las plataformas de interés expongan una interfaz para el acceso a las diferentes muestras de trabajo. Esta restricción se cumple en la mayoría de las herramientas educativas más populares o está en la hoja de ruta de esas plataformas (Alario-Hoyos *et al.*, 2013).

Por lo tanto, ACE actúa como una capa de *software* intermedia que conecta y, al mismo tiempo, desacopla entornos virtuales de aprendizaje, herramientas y gestores de portfolio, asumiendo la mayor parte de la responsabilidad de integración y ofreciendo la funcionalidad necesaria para disminuir el coste de desarrollo requerido para integrar una nueva plataforma en el sistema. Esta decisión de diseño posibilita una integración muchos a muchos, identificada en la Sección 4.2 como uno de los requisitos clave para la solución final. De esta manera, este enfoque permite integrar las plataformas elegidas por el profesor con cierta libertad (dentro del abanico de adaptadores disponibles). Este aumento en el número de opciones hace más probable la satisfacción de las necesidades de los profesores.

La finalidad de esta propuesta es apoyar la integración de un gestor de portfolio a elección del profesor, en escenarios en los que múltiples herramientas se integran con una variedad de VLEs. Por ello, la Figura 4.1 emplea de forma genérica los términos *herramienta de autoría*, *VLE*, *herramienta o gestor de portfolio*; con el fin de representar la disposición de un escenario heterogéneo genérico, sin vincular la solución a plataformas concretas. Los elementos en trazo fino forman parte del escenario habitual en situaciones de aprendizaje distribuidas, mientras que los elementos en trazo grueso son añadidos en esta propuesta. Estos elementos añadidos se dividen en dos categorías: por una parte, representado por rectángulos en trazo continuo, los adaptadores necesarios para conectar entre sí las diferentes soluciones externas escogidas por el profesor. Por otra, agrupado en un rectángulo en trazo discontinuo, el bloque central de la arquitectura, compuesto por el gestor, el recolector y el inyector de evidencias. A partir de este momento, estos tres elementos centrales serán referidos en su conjunto en la memoria como *el núcleo de ACE*.

Se describe a continuación la participación de cada uno de los componentes de la Figura 4.1 en las tres fases del ciclo de vida de una situación de aprendizaje: diseño educativo, instanciación y puesta en marcha de la misma.

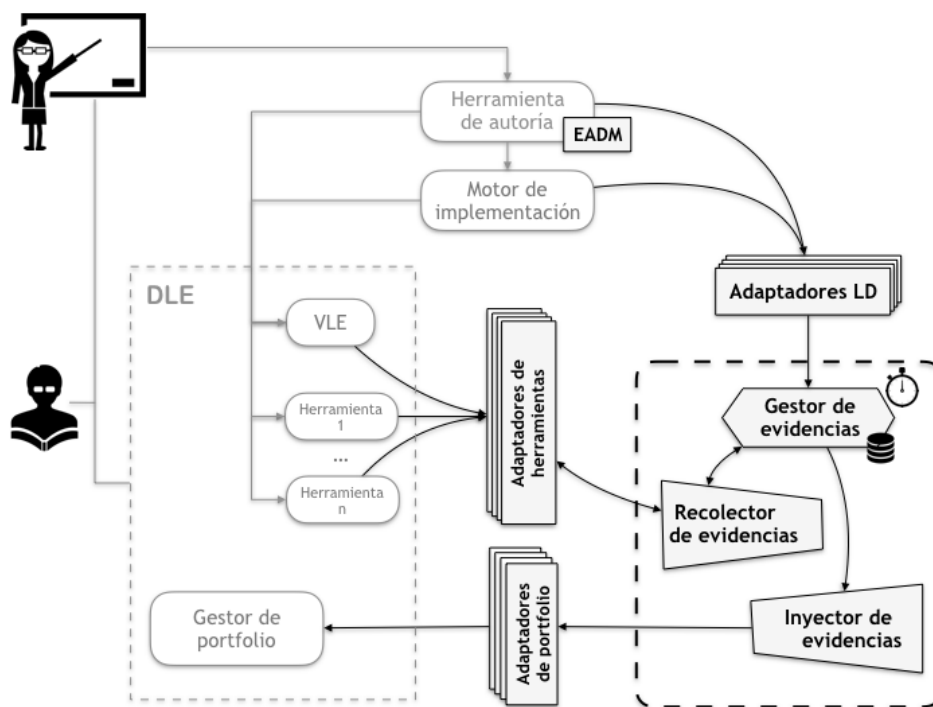


FIGURA 4.1: Arquitectura para la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje (ACE)

DISEÑO DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

La Figura 4.2 extrae los elementos de ACE que intervienen en la fase de diseño de una situación de aprendizaje. En esta fase, el profesor define el conjunto de actividades y recursos que se sucederán en la situación educativa. Adicionalmente, de acuerdo a la propuesta EADM descrita en el Capítulo 3, se añade información adicional relativa a la gestión de evidencias: cuáles de los artefactos generados se consideran especialmente relevantes, con qué herramienta se generarán y a qué objetivo educativo responden. Por lo tanto, el profesor deberá utilizar una herramienta de autoría capaz de recoger esta información.



FIGURA 4.2: ACE: Fase de diseño

INSTANCIACIÓN DEL DISEÑO EDUCATIVO

En algunos casos, la información contenida en el diseño educativo no será suficiente para llevar a cabo la recolección automática de evidencias. Por ejemplo, la ubicación específica de una muestra de trabajo no estará disponible hasta que el diseño se instancie. Es decir, una vez que el profesor ha decidido y especificado las herramientas a utilizar (por ejemplo, Google Docs para la creación de un informe) es necesario crear el elemento específico en esa herramienta (en el caso de Google Docs, un documento nuevo en el que los alumnos escribirán el informe). Esta instanciación puede haber sido realizada manualmente por el profesor, por un administrador del sistema o automáticamente a través de un sistema de despliegue como GLUE!PS (Prieto, 2012), descrito en la Sección 2.5. En cualquier caso, una vez que esta información está disponible, junto con la especificada a través de EADM en la fase de diseño, será necesaria su conversión al modelo de datos interno utilizado por ACE.

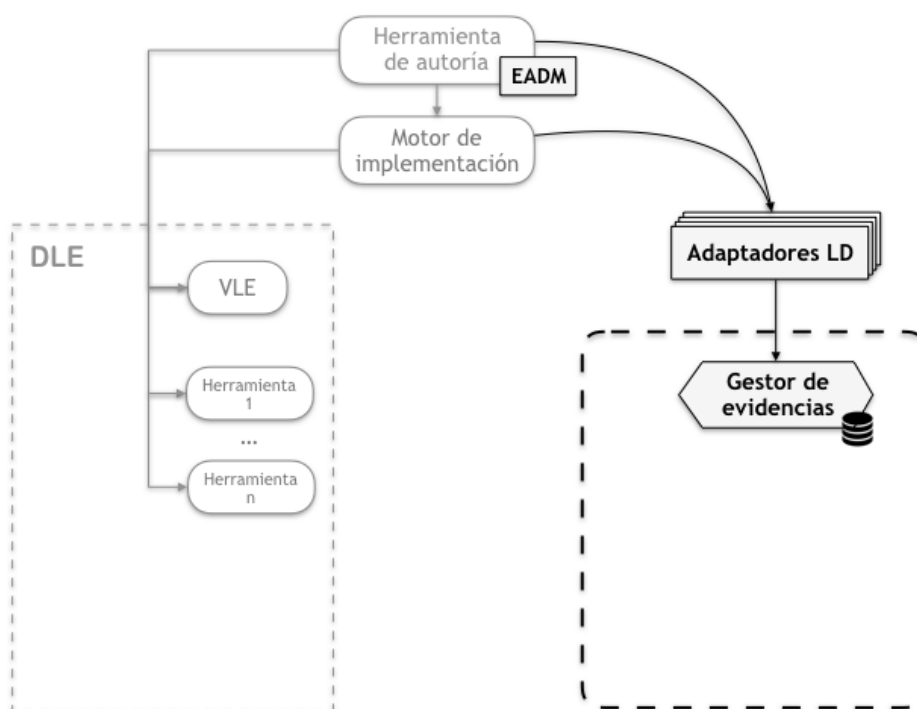


FIGURA 4.3: ACE: Fase de instanciación

Este modelo de datos se describe en detalle en la Sección 4.3.3 y se presenta como una extensión de la Lingua Franca descrita en (Prieto, 2012)³. El objetivo de esta Lingua Franca es, precisamente, unificar diferentes lenguajes de modelado educativo para facilitar la instanciación y orquestación de situaciones de aprendizaje en entornos distribuidos. Dado que una de las conclusiones de la presentación del modelo EADM en el Capítulo 3 es que la mayoría de la información requerida para la recolección automática de evidencias ya es provista por aquellos

³Introducida en esta memoria en la Sección 2.5

profesores que realizan el diseño educativo de sus situaciones de aprendizaje, parece razonable aprovechar esta solución existente (la Lingua Franca) para la inclusión de la información relativa a las evidencias educativas.

De esta manera, la principal responsabilidad de los adaptadores de *Learning Design* presentados en la arquitectura es efectuar esa traducción entre el lenguaje de modelado empleado por la herramienta de autoría escogida por el profesor y la Lingua Franca, añadiendo la información necesaria para la recolección de evidencias. Parece razonable, por lo tanto, que estos adaptadores sean, en realidad, una extensión de los descritos en (Prieto, 2012), incorporando los nuevos elementos específicos a ACE y detallados en la Sección 4.3.3.

Este diseño expresado de acuerdo a la extensión orientada a evidencias de la Lingua Franca (*Evidence Aware Lingua Franca*, descrita en la Sección 4.3.3) incluye la información de instanciación y, por lo tanto, todos los datos necesarios para la recolección automática de evidencias. Cada adaptador podrá invocar al *gestor de evidencias*, cuya interfaz se describirá en la Sección 4.3.4, para almacenar esta información para su uso posterior.

PUESTA EN MARCHA DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

En este punto, el *gestor de evidencias* dispone de toda la información necesaria para la recolección automática de muestras de trabajo. Entre esos datos disponibles está el instante concreto en el que esta evidencia debe ser recopilada. Al alcanzar el instante de recogida (representado en la Figura 4.4 por un temporizador), el gestor da la orden al *recolector de evidencias* para recuperar la muestra de trabajo, y le indica dónde puede encontrarla (su localización). Este recolector debe ser capaz de invocar al adaptador de herramienta o VLE adecuado a la evidencia que se pretende recuperar a través de la interfaz descrita en la Sección 4.3.4.

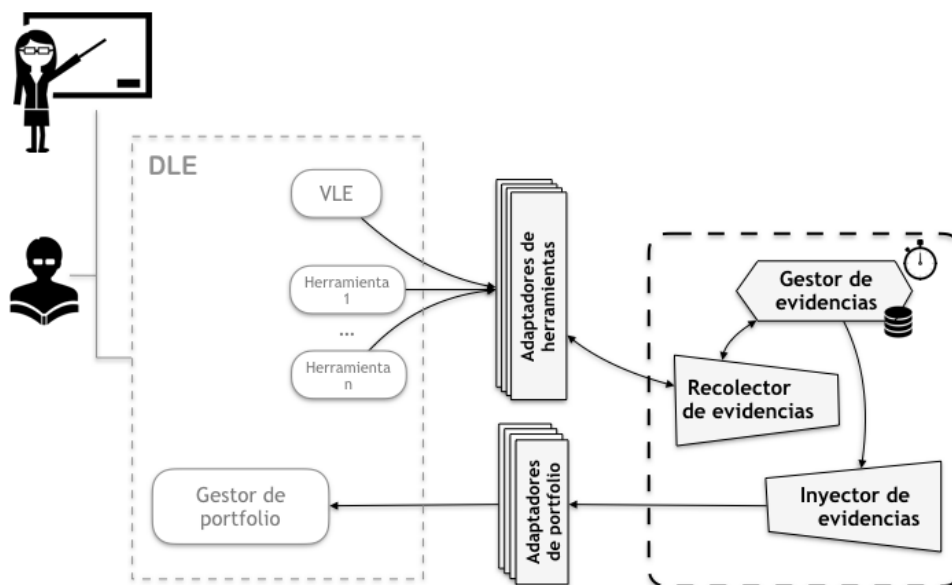


FIGURA 4.4: ACE: Fase de puesta en marcha

Una vez que la evidencia ha sido recopilada y está disponible en el núcleo de ACE, el gestor solicita al *inyector de evidencias* la construcción del paquete de información que agrupa la muestra de trabajo en sí con su información de contexto (autoría, actividad en la que fue generada, objetivos educativos a los que responde...). El formato de representación escogido en este caso es el estándar para la interoperabilidad de portfolios Leap2A, cuya penetración se analizó en la Sección 2.4. Si bien esta representación es única, cada uno de los gestores de portfolio admiten tanto el estándar original como algunas extensiones para dar forma al contenido dentro de cada plataforma concreta. Por ejemplo, Mahara permite el uso de etiquetas XML adicionales para expresar la manera en la que un documento PDF debe exponerse dentro del portfolio del alumno, pudiendo elegir entre su pertenencia al perfil general del estudiante o su inclusión en una vista específica del mismo con un significado determinado. Por este motivo, la arquitectura ACE incluye adaptadores específicos para los diferentes portfolios que tratan esta diversidad y permiten explotar al máximo las capacidades ofertadas por cada uno de ellos. Estos adaptadores son invocados por el *inyector de evidencias* a través de la interfaz descrita en la Sección 4.3.4. La responsabilidad de los adaptadores de portfolio será, por lo tanto, enriquecer el paquete Leap2A si fuera necesario y, posteriormente, invocar la interfaz de importación en el gestor correspondiente para su incorporación a portfolio del alumno.

La Tabla 4.4 resume el propósito de los elementos presentados hasta este momento: núcleo de ACE, adaptadores de diseño educativo, adaptadores de herramientas⁴ y adaptadores de gestores de portfolio.

TABLA 4.4: Elementos de la arquitectura ACE y su propósito

Elemento	Propósito
Núcleo de ACE	Promover la integración muchos a muchos. Homogeneizar las interfaces de acceso a VLEs, herramientas y gestores de portfolio. Simplificar el desarrollo de adaptadores.
Adaptadores de LD	Alimentar el sistema con la información del diseño educativo realizado por el profesor.
Adaptadores de herramientas	Conectar una herramienta o VLE con el organizador de evidencias. Recuperar evidencias internas (al VLE) o externas (alojadas en otras herramientas).
Adaptadores de gestores de portfolio	Conectar un gestor de portfolio con el organizador de evidencias. Introducir evidencias internas y externas en el portfolio de un alumno determinado.

El diseño modular escogido permite alcanzar el caso más completo, pero también será válido para configuraciones más sencillas. Por ejemplo, en caso de que no se emplee ninguna herramienta de autoría para el diseño educativo, esta información de diseño podría cargarse directamente en el gestor de evidencias. De la misma forma, sería posible apoyar situaciones de aprendizaje que

⁴Se incluye en este tipo de adaptadores también a aquellos encargados de recolectar evidencias internas a los entornos virtuales de aprendizaje

únicamente empleen herramientas web 2.0 (sin necesidad de incluir un VLE) o viceversa. En cualquier caso, la arquitectura no es relevante sin un gestor de portfolio, dado que el objetivo último de esta tesis es su integración en entornos distribuidos, pero sí podría entenderse en un sentido relajado, usando wikis o blogs para este fin.

4.3.2 FLUJOS DE TRABAJO

Esta sección recoge la secuencia de interacciones entre los diferentes elementos de la arquitectura descrita en la sección anterior, así como el rol de profesores y alumnos en la utilización de esta propuesta de entorno distribuido de aprendizaje. Los números de secuencia asociados a cada acción se representan en la Figura 4.5, para una identificación fácil del elemento de la arquitectura al que se refieren.

Para una comprensión más sencilla del proceso completo, se divide el flujo de trabajo total en las tres áreas principales empleadas anteriormente: diseño de la situación de aprendizaje, instanciación del diseño educativo y puesta en marcha de la situación de aprendizaje. En esta última fase tendrán lugar tanto la recolección de muestras de trabajo como su inyección en el portfolio del alumno. En cada caso, se utilizará como ejemplo conductor el caso real de *Teletráfico y Gestión*, estudiado en la Sección 3.2.1.

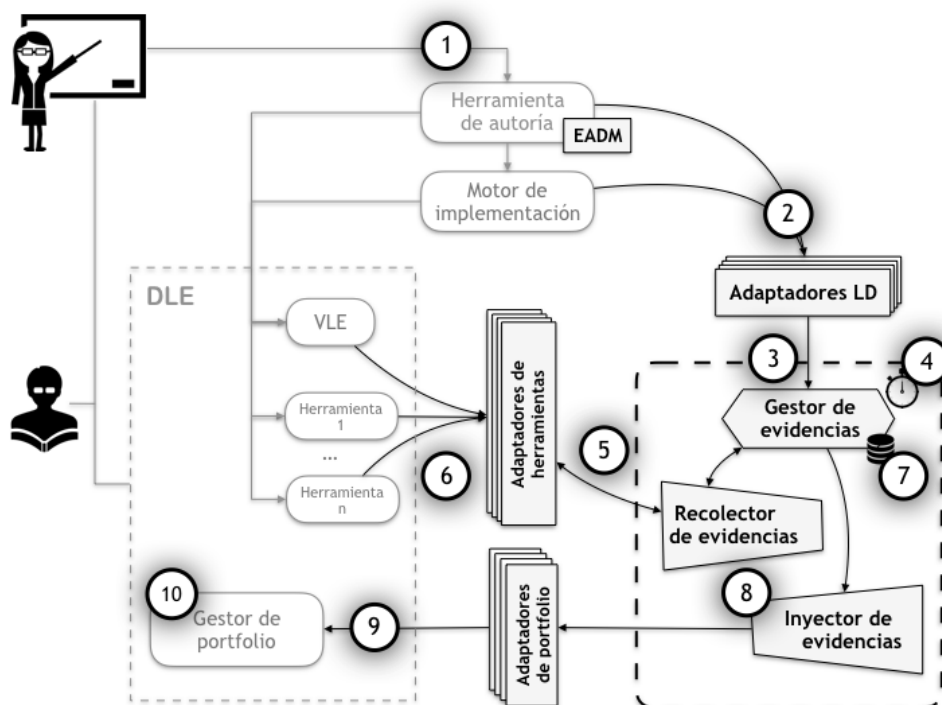


FIGURA 4.5: Flujo de trabajo para la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje

DISEÑO DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

1. Durante la fase de especificación de la información requerida para la posterior recolección de evidencias, el profesor interactuará con una herramienta de autoría que soporte su diseño educativo orientado a evidencias (es decir, que implemente el modelo EADM descrito en el Capítulo 3). De esta forma, será capaz de especificar qué muestras de trabajo se consideran evidencias del aprendizaje, con qué herramienta se generarán y con qué objetivos educativos se relaciona.

El profesor de *Teletráfico y Gestión* hace explícitas las decisiones de la Tabla 3.2 a través de la herramienta de autoría WebCollage (Villasclaras-Fernández *et al.*, 2013), extendida para incorporar los elementos informativos propuestos en ACE: utilizará el patrón colaborativo *jigsaw* para diseñar un total de 11 actividades, en las que se generarán seis artefactos, cuatro de los cuáles se consideran evidencias educativas. Estas evidencias se generarán en las herramientas WebQuest y Google Docs y están relacionadas con los diferentes objetivos de aprendizaje planteados. WebCollage está preparada para recibir y exportar toda esta información.

INSTANCIACIÓN DEL DISEÑO EDUCATIVO

2. Una vez que el profesor finaliza el diseño de la situación de aprendizaje, comienza la instanciación del mismo. Es decir, es necesario crear los diferentes usuarios y grupos, así como asignar recursos en cada una de las herramientas escogidas. En este punto es recomendable que el profesor se apoye en un motor de instanciación que automatice parte de este proceso mecánico.

Para ello, el profesor carga la información de diseño exportada de la herramienta de autoría en una solución como GLUE!PS. Se escoge esta solución porque, además de ayudar al profesor en el despliegue de las actividades, dispone de un conjunto de adaptadores que trasladan información de diseño especificada de acuerdo a diferentes modelos a un sólo formato de representación común: la Lingua Franca.

3. Una vez finalizado el proceso de instanciación, la información de diseño del paso anterior se complementa con detalles sobre la ubicación de las evidencias educativas o el instante en el que las evidencias deben ser recolectadas, a través de la Lingua Franca orientada a evidencias tal y como se especifica en la Sección 4.3.3. Esta labor es realizada por los adaptadores de *Learning Design*, que invocarán al *gestor de evidencias* para transmitirle la información resultante.

El profesor de *Teletráfico y Gestión* solicita desde su herramienta de autoría WebCollage el despliegue de la situación de aprendizaje usando GLUE!PS, gracias a la funcionalidad mostrada en la Figura 4.6. Una vez que los formularios de WebQuest y los documentos de Google Docs han sido creados, sus URLs se incorporan a la representación computacional en Lingua Franca de la situación de aprendizaje. En ese momento, el profesor puede solicitar su incorporación al núcleo de ACE.

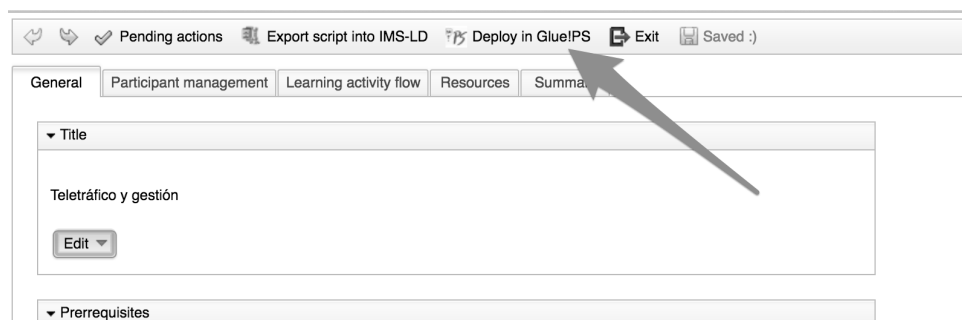


FIGURA 4.6: Capacidad para instanciar un diseño educativo desde WebCollage usando el motor GLUE!PS

PUESTA EN MARCHA DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

4. Con la situación de aprendizaje en marcha, cada vez que se alcance uno de los instantes de recolección marcados en el diseño, un temporizador en el gestor de evidencias solicita al recolector la recuperación de la muestra de trabajo correspondiente.
5. Para ello, el recolector de evidencias invoca al adaptador capaz de comunicarse con la herramienta empleada en la generación de ese artefacto.
6. El adaptador adecuado a la herramienta o VLE donde se aloja la muestra de trabajo accede al contenido de la misma y lo recupera.
7. La evidencia recuperada se almacena en el gestor de evidencias para su procesamiento.

En el caso de *Teletráfico y gestión*, al finalizar la segunda actividad del *jigsaw* en su fase de expertos, el adaptador de Google Docs accederá a la URL facilitada anteriormente por GLUE!PS tras la instanciación y exportará un documento PDF con el estado exacto del informe en el momento de la recolección. De la misma manera, al finalizar las otras tres actividades generadoras de evidencias, el recolector se comunicará con Google Docs o WebQuest para capturar el estado del artefacto de interés exactamente en este momento.

8. Cada muestra de trabajo recuperada se asocia a su información de contexto (autoría, procedencia...), generando el paquete⁵ Leap2A correspondiente en el *inyector de evidencias*.
9. Adicionalmente, es posible que este paquete requiera un tratamiento adicional para una mejor explotación de las capacidades específicas del gestor de portfolio escogido. Para ello, el inyector de herramientas utiliza el adaptador adecuado al portfolio digital escogido por el profesor.
10. Una vez que las evidencias educativas están disponibles en el portfolio del alumno, éstas pueden ser empleadas en la actividad en curso, tanto para actividades de *self-assessment* (por parte del propio alumno), *peer-assessment* (entre compañeros) o *assessment* formativo (por parte del profesor) (Villasclaras-Fernández, 2010). Adicionalmente, se consigue

⁵Conjunto formado por las muestras de trabajo recolectadas más la metainformación que las describe

un almacén centralizado de las muestras de trabajo relevantes, que apoyan la evaluación sumativa final de las mismas.

Aunque la situación original de *Teletráfico y gestión* no utilizaba un gestor de portfolio, supongamos que el profesor decide utilizar Mahara para apoyar el *assessment* de las evidencias educativas generadas. El *inyector de evidencias* generará en cada caso el paquete Leap2A que contiene tanto la muestra de trabajo recolectada como el contexto de la misma. Sin embargo, en el caso de informe de pareja, el profesor necesita acceder a esta muestra de trabajo para realizar una evaluación formativa de la misma, en forma de realimentación sobre el trabajo realizado. Por otra parte, al final de la situación de aprendizaje completa, el profesor necesita visualizar todas las evidencias en las que ha participado un determinado alumno, completando así su evaluación sumativa final. Estos dos diferentes momentos requieren una visualización distinta de la información. Aprovechando las capacidades de Mahara para la creación de vistas sobre los artefactos del portfolio del alumno, el adaptador de Mahara puede modificar el paquete Leap2A que le entrega su adaptador para conformar, en el primer caso, una vista que funcione como espacio de trabajo, en la que volcar la conversación entre el profesor y el alumno entorno al informe. Este espacio de trabajo se muestra en la Figura 4.7 desde el punto de vista del alumno. En el segundo caso, la evaluación sumativa final requiere la creación de una *colección* que agrupe todas las evidencias de interés. Esta vista conjunta se muestra en la Figura 4.8 desde el punto de vista del profesor. De nuevo, es el adaptador de Mahara perteneciente a ACE quien se encarga de construir el paquete adecuado para obtener estas diferentes vistas.

The screenshot displays the Mahara user interface. At the top, the Mahara logo is on the left, and a search bar, user name 'Manolito Gafotas', settings, notifications, and a sign-out button are on the right. The main heading is 'Informe técnico en pareja', with a sub-header 'Visto por el alumno'. Below this, it says 'por Manolito Gafotas' and provides options to 'Modificar esta vista', 'Copy', and a menu. The document description reads: 'Informe técnico de la pareja formada por Manolito Gafotas y Mafalda. Documento de de ocho páginas con los escenarios diseñados en relación al conjunto de protocolos de red en los que son expertos: A.' Under 'Fichero/s para descargar', a PDF file 'Informe técnico pareja 1.pdf' is listed with details: 'domingo, 22 mayo 2016 [58,4KB]'. The 'Comentarios' section shows a comment from 'Profe Sor' posted '2 mins ago' (updated 7 seconds ago). The comment text is: '¡Buen trabajo! La descripción general de los mecanismos estudiados es correcta y se ajusta a lo esperado en la rúbrica. Sin embargo, la resolución de los escenarios planteados no maximiza los beneficios de esos mecanismos en cada caso sugerido. Revisad la manera en la que las ventajas descritas en la primera sección podrían afectar a los escenarios 5 y 7, así como la aplicación de una configuración diferente en el escenario 4. Esto os ayudará a entender mejor las propuestas de vuestros compañeros en las siguientes actividades.'

FIGURA 4.7: TTG: Informe de pareja como espacio de trabajo en Mahara, visto por el alumno

FIGURA 4.8: TTG: Colección de evidencias para la evaluación sumativa en Mahara, visto por el profesor

De esta manera, los dos primeros bloques de acciones (diseño e instanciación, correspondientes a la preparación de la actividad de aprendizaje) se realiza una única vez. Posteriormente, las acciones de recolección e inyección de evidencias tienen lugar tantas veces como muestras de trabajo hayan sido marcadas por el profesor como evidencias relevantes del aprendizaje de sus alumnos. El Capítulo 5 describe este flujo de trabajo en cada una de las experiencias de evaluación realizadas. Este mismo flujo de trabajo se secuencia en el diagrama de la Figura 4.9.

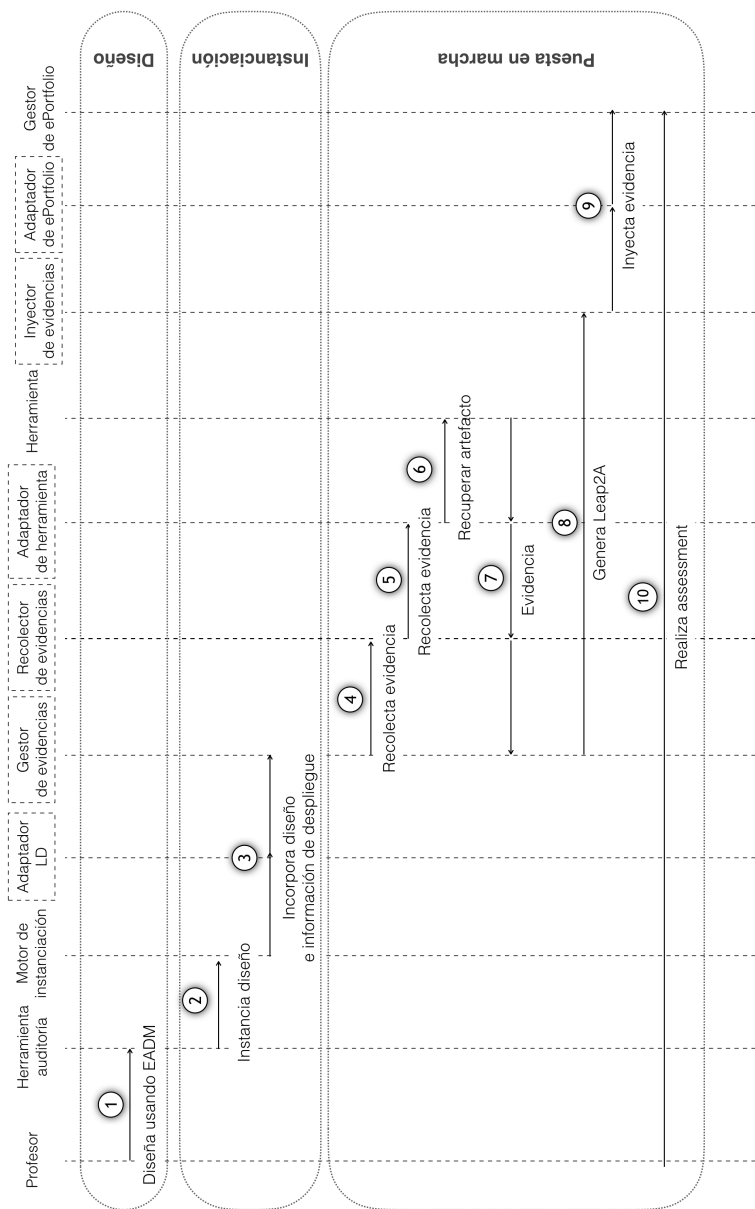


FIGURA 4.9: Diagrama de secuencia para la recolección automática de una evidencia educativa y su inyección en un gestor de portfolio a través de la arquitectura ACE. Los componentes pertenecientes a esta arquitectura se recuadran con línea discontinua

4.3.3 MODELO DE DATOS

A lo largo del Capítulo 3 se presentaba el modelo AIM (Villasclaras-Fernández, 2010) como la base sobre la que se construye la primera contribución de esta tesis: el modelo de diseño educativo orientado a evidencias EADM (*Evidence Aware Design Model*). Puesto que el objetivo del modelo propuesto es ayudar al profesor a integrar las evidencias educativas en el diseño para facilitar un *assessment* más coherente con sus objetivos educativos, el concepto de *propósito de assessment* que incorpora AIM es un punto de partida necesario para la propuesta de esta tesis. Sin embargo, en la discusión sobre este modelo de diseño de la Sección 3.4 se introducía la cuestión de si este modelado de los datos sigue siendo adecuado en las fases de instanciación y puesta en marcha de la situación de aprendizaje.

La Sección 2.5 presentó GLUE!PS (*GLUE! Pedagogical Scripting*) (Prieto, 2012) como una posible solución para aliviar la complejidad y la sobrecarga de trabajo para el profesor asociadas a la instanciación de situaciones de aprendizaje apoyadas por tecnología. El modelo de datos subyacente a este motor de instanciación, la Lingua Franca (Prieto, 2011), presentado en la Figura 4.10, ya incluye un alto porcentaje de la información necesaria para la recolección de evidencias educativas, como la estructura de cada actividad, los alumnos y grupos participantes en ella, las herramientas utilizadas o las instancias específicas de esas herramientas. Este último dato (la ubicación de las muestras de trabajo) es especialmente relevante para la recopilación de las muestras de trabajo seleccionadas por el profesor.

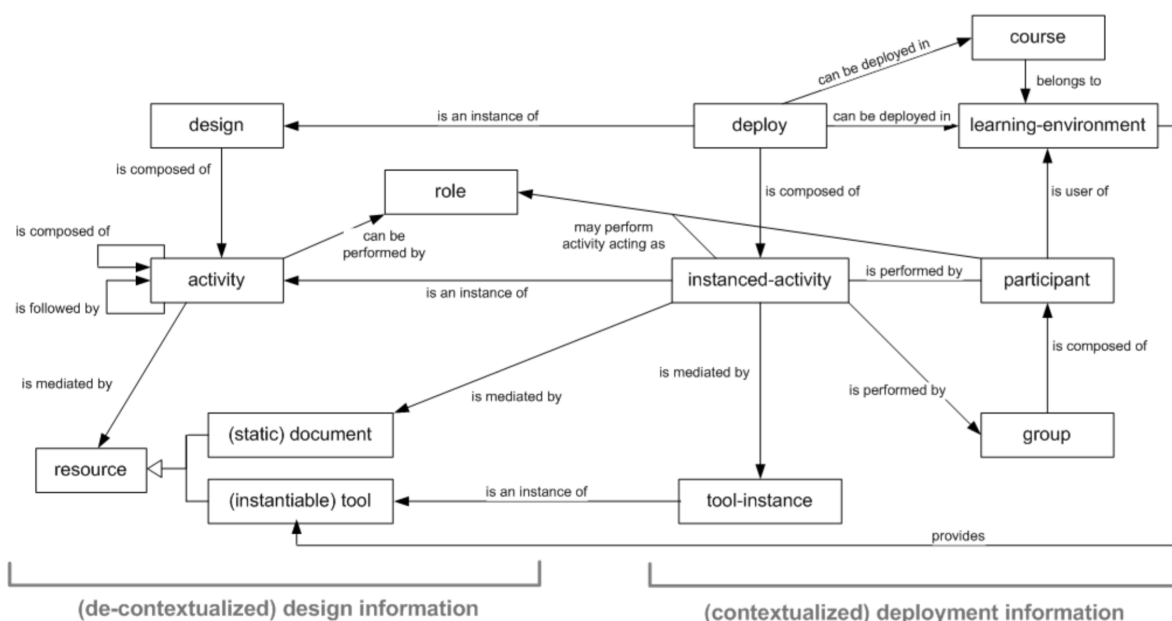


FIGURA 4.10: Modelo de datos subyacente a la Lingua Franca (Prieto, 2012)

Por otra parte, siendo el objetivo de GLUE!PS servir como apoyo tecnológico a la orquestación de situaciones de aprendizaje, la implementación XML de la Lingua Franca supone una representación computacional especialmente adecuada para su explotación con fines similares,

como en el caso de la presente tesis (apoyo tecnológico a la recolección automática de evidencias educativas). Finalmente, la Lingua Franca propone la unificación de los diferentes modelos de diseño educativo en un solo léxico común, con el fin de apoyar a cualquier profesor, independientemente de su preferencia en materia de herramienta de autoría.

Por todo esto, parece razonable utilizar la Lingua Franca como el modelo de datos de base para la representación interna al núcleo de ACE, que trabajará principalmente en la instanciación y puesta en marcha de la situación de aprendizaje. Nótese que esta decisión no tiene impacto en el profesor, puesto que los adaptadores de LD se incluyen en la arquitectura ACE precisamente con el objetivo de hacer transparente para el educador el tratamiento interno de sus decisiones pedagógicas. Usando la representación computacional de la Lingua Franca como aglutinador de otras propuestas y extendiendo los adaptadores de GLUE!PS para incorporar la información de EADM, la presente tesis hereda la capacidad de permitir a cada profesor el uso de su herramienta de diseño preferida. Se utiliza el término *Evidence Aware Lingua Franca* (Lingua Franca orientada a evidencias) para denominar el conjunto de la Lingua Franca original y la información adicional que permite la automatización de evidencias educativas

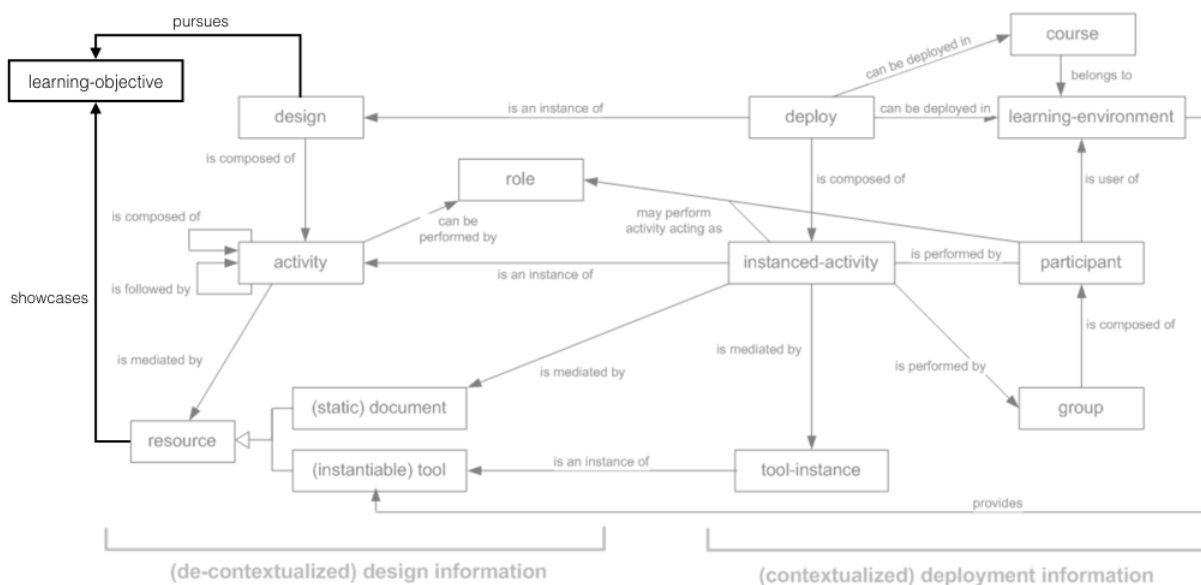


FIGURA 4.11: Modelo de datos para la recolección automática de evidencias educativas en ACE: *Evidence Aware Lingua Franca*. Los elementos en gris pertenecen a la Lingua Franca original (Prieto, 2012), mientras que los específicos a ACE se incorporan en negro

En el caso de ACE, el núcleo de la arquitectura presentada debe encargarse del manejo de evidencias del aprendizaje, así como de su contexto educativo. Es decir, debe ser capaz de lanzar la recolección de muestras de trabajo desde las herramientas educativas en las que se alojan, para posteriormente suministrarlo al gestor de portfolio escogido por el profesor, manteniendo su relación con los objetivos de aprendizaje a los que se orienta cada artefacto. Para ello, se extiende

el modelo propuesto por la Lingua Franca mediante la adición de los objetivos de aprendizaje y su relación con los recursos a recolectar. Ésta es la única ampliación conceptual necesaria en el modelo, y se representa en trazo más oscuro en la Figura 4.11. Adicionalmente, será necesario complementar la información de cada recurso educativo con dos piezas:

- Determinar si ese artefacto se considera o no una evidencia educativa
- En caso afirmativo, el instante en el que debe ser recolectada

Estos dos datos adicionales no aparecen representados en la Figura 4.11 por tratarse de información específica incluida dentro de la entidad *activity*. Se incluye a continuación un ejemplo de la extensión realizada sobre la representación XML de la Lingua Franca para el caso de la asignatura del máster MASUP B32: *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática*. El ejemplo de uso completo al que pertenece esta representación computacional se describe en la Sección 5.4, como la experiencia de evaluación del segundo ciclo de esta tesis.

Como se ha mencionado anteriormente, la recopilación automática de muestras de trabajo requiere tres modificaciones sencillas sobre la representación computacional de la Lingua Franca. En primer lugar, el establecimiento de un enlace específico entre muestras de trabajo y los objetivos educativos a los que responden. Este incremento de granularidad requiere también separar los objetivos educativos de la situación de aprendizaje (expresados en la Lingua Franca original como un bloque único asociado a la situación de aprendizaje completa) en entidades individuales con identificadores diferentes. En segundo lugar, dos datos adicionales para completar la descripción de los recursos asociados a una actividad: su calidad de evidencias (cuando corresponda) y, en ese caso, el instante en el que deben recogerse.

Separar los objetivos educativos, hasta ahora asignados al diseño completo, y asignarles identificadores independientes

```
<design id="http://157.88.130.207/GLUEPSManager/designs/1679453534">
  <author>amartine</author>
  <name>B32 Proyecto 2014</name>
  <objectives>
    <objective id="LO_01">Identificar problemas relativos a la enseñanza y el aprendizaje
      de las materias de la especialización</objective>
    <objective id="LO_02">Hacer propuestas innovadoras de solución y las propuestas a
      partir de las fuentes bibliográficas</objective>
    <objective id="LO_03">Fundamentar los problemas y las propuestas a partir de fuentes
      bibliográficas</objective>
    <objective id="LO_04">Elaborar documentos escritos bien estructurados desde un punto
      de vista formal y de contenidos</objective>
    <objective id="LO_05">Participar en procesos de toma de decisión en grupo basados en
      criterios</objective>
    <objective id="LO_06">Reconocer la contribución de cada miembro de un grupo al trabajo
      de realizado entre todos</objective>
    <objective id="LO_07">Revisa un proyecto de investigación educativa de acuerdo a
      criterios de calidad del mismo</objective>
    <objective id="LO_08">Emitir un informe de revisión de un proyecto de investigación</
      objective>
    <objective id="LO_09">Responder a los comentarios realizados acerca de una propuesta
      de investigación</objective>
    <objective id="LO_10">Seleccionar instrumentos de recogida de datos apropiados para
      una determinada propuesta de investigación</objective>
    <objective id="LO_11">Identificar y aplicar criterios de calidad en un proyecto de
      investigación educativa</objective>
  </objectives>
</design>
```

```

<objective id="LO_12">Presentar una propuesta de proyecto siguiendo los principios de
  una buena exposicion oral</objective>
<objective id="LO_13">Entablar discusiones constructivas a partir de los comentarios
  realizados por una audiencia</objective>
<objective id="LO_14">Crear materiales de apoyo a una exposicion oral, siguiendo
  criterios de claridad y buena organizacion de los contenidos</objective>
<objective id="LO_15">Valorar la calidad e un proyecto y de su presentacion oral</
  objective>
</objectives>
.....
</design>

```

Relacionar los diferentes recursos considerados evidencias con los objetivos que persiguen

```

<resource>
  <id>LDN_44</id>
  <instantiable>true</instantiable>
  <name>Propuesta de idea para el proyecto de investigacion-accion (Grupal) </name>
  <toolData>gluepsId=http://157.88.130.207/GLUEPSManager/learningEnvironments/35/tools/1;
  </toolData>
  <toolKind>external</toolKind>
  <toolType>http://157.88.130.207/GLUEPSManager/learningEnvironments/35/tools/1</toolType
  >
  <evidencedObjectives>
    <evidencedObjective>LO_01</evidencedObjective>
    <evidencedObjective>LO_02</evidencedObjective>
    <evidencedObjective>LO_03</evidencedObjective>
    <evidencedObjective>LO_04</evidencedObjective>
    <evidencedObjective>LO_05</evidencedObjective>
  </evidencedObjectives>
</resource>

```

Resaltar las evidencias educativas por encima del resto de artefactos e indicar su instante de recogida

```

<activity id="LD_228">
  <childrenSequenceMode>0</childrenSequenceMode>
  <description>
    Cada estudiante de forma individual propondra una preocupacion tematica apropiada para
    ser abordada mediante un plan de investigacion-accion. Tanto la descripcion del
    contenido de la propuesta como el documento gDocs en el que se debe elaborar dicha
    propuesta estan disponibles en los enlaces que aparecen a continuacion. Entrega:
    28/04/2013 a las 12:00h.
  </description>
  <location>http://www.gsic.uva.es/wikis/MASUP/index.php/B32_Proyecto_2014%3AActividad_1
  .1._Propuesta_de_proyecto_individual_</location>
  <name>Actividad 1.1. Propuesta de proyecto individual </name>
  <parentActivityId>LDN_35</parentActivityId>
  <resourceIds>
    <resourceId isEvidence="true" collectionTimestamp="2013-04-28T12:00:00">LDN_32</
    resourceId>
    <resourceId>RID_1</resourceId>
  </resourceIds>
  <roleIds>
    <roleId>LD_226</roleId>
  </roleIds>
  <toDeploy>true</toDeploy>
</activity>

```

El conjunto de estas tres modificaciones sobre la Lingua Franca original son suficientes para la representación interna de la información en el núcleo de ACE, permitiendo la recolección automática de las muestras de trabajo de interés en los instantes especificados.

4.3.4 INTERFACES

A lo largo de la Sección 4.3 se presenta la propuesta arquitectónica escogida utilizando en todo momento términos genéricos para referirse a herramientas web 2.0, VLEs y portfolios. Tal y como se menciona en esa sección, esto se debe a la intención de cubrir uno de los requisitos identificados en Sección 4.2: el sistema debe ser suficientemente flexible como para permitir la integración de las soluciones distribuidas escogidas por el profesor.

Para ello, se propone una arquitectura basada en adaptadores, que expone las interfaces necesarias para que cualquier desarrollador pueda añadir un adaptador concreto a la plataforma de interés. De esta forma, con un esfuerzo de desarrollo limitado, se conseguirá conectar la plataforma en cuestión al flujo de trabajo descrito en la Sección 4.3.2.

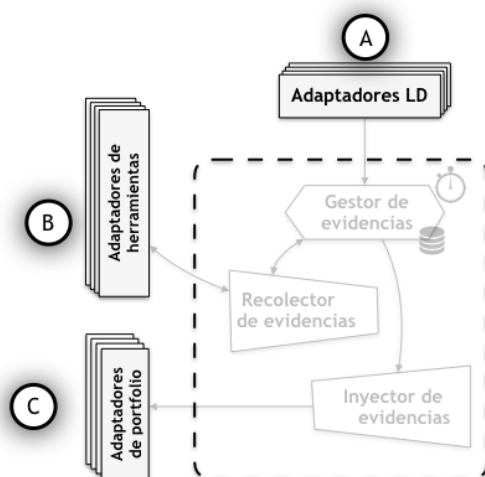


FIGURA 4.12: Interfaces disponibles para la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje a través de la arquitectura ACE

La interacción con el núcleo de ACE se realiza a través de tres conectores, representados en la Figura 4.12: adaptadores de representaciones computacionales de *Learning Design* (denominados *Adaptadores LD* en la figura), adaptadores de recolección (tanto entornos virtuales de aprendizaje como herramientas externas a los mismos, denominados *Adaptadores de herramientas* en la figura) y adaptadores de inyección de evidencias (denominados *Adaptadores de portfollio* en la figura). Como se ha mencionado anteriormente, se explota la capacidad de GLUE!PS y sus adaptadores para convertir varias representaciones de diseño educativo a un lenguaje común: la Lingua Franca. Es por esto que no se describirá una interfaz específica para los adaptadores de *Learning Design*.

TABLA 4.5: Comportamiento esperado para los adaptadores de herramientas: recursos y métodos que deben ser expuestos por los adaptadores de herramientas para su invocación por parte del recolector de evidencias

Recurso ReST	Método HTTP	Información incluida en la petición HTTP	Respuesta esperada
/evidences	POST	JSON conteniendo la URL de la evidencia	200 OK
/evidences/:id/worksample	GET	-	Muestra de trabajo (p.ej. fichero PDF, imagen PNG, ...)

(B) ADAPTADORES DE HERRAMIENTAS

Estos adaptadores permiten la descarga y almacenamiento de la muestra de trabajo de interés, proveniente de la herramienta seleccionada por el profesor. La implementación de los adaptadores debe ser expuesta como un servicio ReST, al que el *recolector de evidencias* accederá en dos pasos. En primer lugar, registrará una nueva muestra de trabajo a descargar, para lo que se proveerá la localización de la misma. En segundo lugar, habilitará la descarga de esta muestra de trabajo tras su extracción de la ubicación especificada. Este comportamiento se registra en la Tabla 4.5.

Estas dos llamadas sobre el recurso */evidences* se ejemplifican a continuación:

```
POST http://googledocs.adapter.ace.com/evidences
{
  "location": "https://docs.google.com/document/d/1Jo2devX2EZasD8S-NDezO8ueTuXdfIHA6Nf1DL-M6X0/edit"
}
```

```
Response:
201 CREATED
http://googledocs.adapter.ace.com/evidences/7
```

```
GET http://googledocs.adapter.ace.com/evidences/7/worksample
```

```
Response:
200 OK
Content-type: application/pdf
```

(C) ADAPTADORES DE PORTFOLIO

Cada adaptador de portfolio debe ser capaz de inyectar en el portfolio de alumno correspondiente una o varias nuevas muestras de trabajo recolectada. Para ello, cada adaptador recibe la representación estándar Leap2A de esas muestras de trabajo y las adapta, si fuera necesario al formato específico esperado por el gestor de portfolio. Para ello, los adaptadores deben estar expuestos como servicios ReST que serán invocados por el *inyector de evidencias* de acuerdo a una interfaz *portfolios* que reciba el paquete Leap2A generado en el núcleo de ACE. La estructura típica de uno de estos paquetes se muestra en la Figura 4.13. El comportamiento de estos adaptadores se registra en la Tabla 4.6.

TABLA 4.6: Comportamiento esperado para los adaptadores de portfolio: recursos y métodos que deben ser expuestos por los adaptadores de portfolio para su invocación por parte del inyector de evidencias

Recurso ReST	Método HTTP	Información incluida en la petición HTTP	Respuesta esperada
/portfolios	POST	Paquete Leap2A, comprimido en formato ZIP y conteniendo tanto las muestras de trabajo recolectadas como la metainformación (fichero XML con esquema Leap2A) necesaria para describir el contexto de las mismas	200 OK

Name	Date Modified	Size	Kind
Actividad1.1.-Yolanda	Today 00:02	--	Folder
files	Today 00:02	--	Folder
Ines-ProyectedelInvestigación-Acción(MartaBravo).pdf	02 Jun 2015 16:54	162 KB	PDF Document
Leonor-Actividad1.1.Propuestadeid...nvestigación-acción(individual)..pdf	02 Jun 2015 16:54	114 KB	PDF Document
Margarita-Yourtitlehere.pdf	02 Jun 2015 16:54	119 KB	PDF Document
Yolanda-ProyectedelInvestigación-acción-YolandaSanz.pdf	02 Jun 2015 16:54	139 KB	PDF Document
leap2a.xml	02 Jun 2015 16:54	2 KB	XML Document

FIGURA 4.13: Ejemplo de estructura de un paquete Leap2A conformado por las muestras de trabajo recolectadas (carpeta *files*) y la metainformación de contexto asociada (fichero *leap2a.xml*)

La llamada necesaria sobre el recurso */portfolios* como se ejemplifica a continuación:

```
POST http://mahara.adapter.ace.com/portfolios
Content-type: application/leap2+zip
```

```
Response:
201 CREATED
http://mahara.adapter.ace.com/portfolios/21
```

4.3.5 PROTOTIPO IMPLEMENTADO

De acuerdo al diseño detallado a lo largo del presente capítulo, la Figura 4.14 recoge los módulos pertenecientes a la arquitectura ACE implementados durante este trabajo de tesis y publicados en la plataforma *bitbucket*⁶⁷.

Así, los módulos básicos que conforman el núcleo de la solución (*gestor de evidencias*, *recolector de evidencias* e *inyector de evidencias*) están disponibles para su utilización. A modo de ejemplo de los adaptadores necesarios para complementar este núcleo, se incluyen también varios

⁶<https://bitbucket.org/alozalv>

⁷El código fuente desarrollado se incorpora como material adjunto a esta tesis en el CD depositado

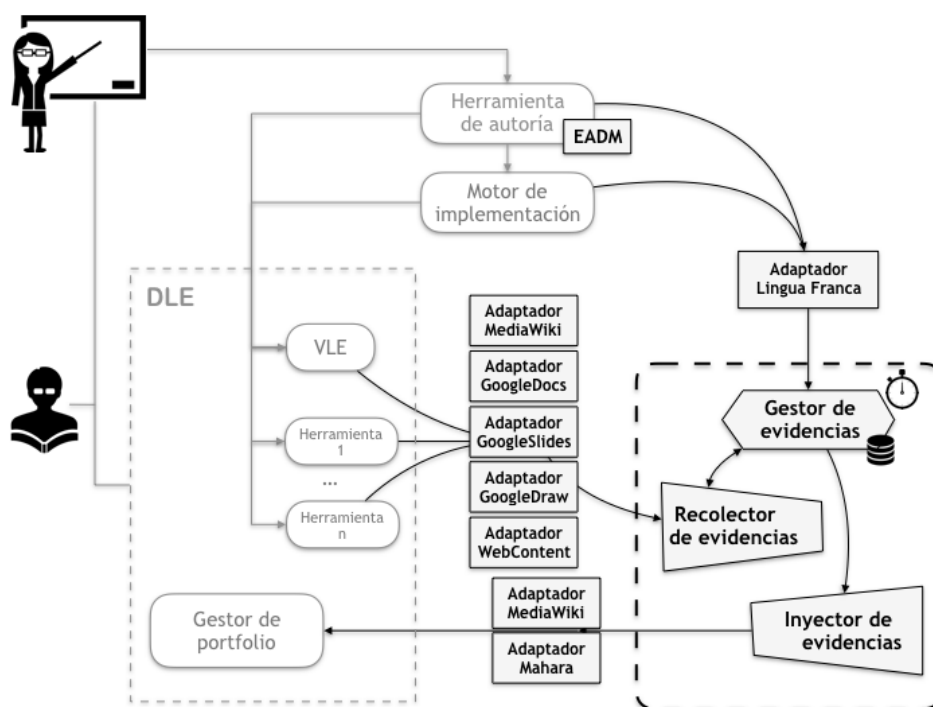


FIGURA 4.14: Prototipo implementado para la utilización de ACE

adaptadores de herramientas (contenido web genérico, MediaWiki como VLE, MediaWiki como herramienta externa, Google Docs, Google Slides y Google Draws) y dos adaptadores de gestor de portfolio (MediaWiki como gestor de portfolio y Mahara).

Habilitando los adaptadores adecuados a cada caso, este prototipo será utilizado para llevar a cabo todas las experiencias de evaluación descritas en el Capítulo 5, por lo que se recomienda al lector referirse a esos casos (o los contenidos en los apéndices) para una explicación detallada del funcionamiento del prototipo sobre ejemplos de situaciones de aprendizaje reales.

4.4 DISCUSIÓN

La explotación de portfolios digitales como herramientas de *assessment* formativo en entornos de aprendizaje distribuido supone una sobrecarga de trabajo para el profesor asociada a la dispersión de las muestras de trabajo en las distintas herramientas y entornos virtuales de aprendizaje escogidos para el apoyo de la situación de aprendizaje.

La presente tesis propone un enfoque similar al empleado para facilitar la orquestación de situaciones de aprendizaje apoyadas por tecnología: la utilización de *Learning Design* para la obtención de una representación computacional de las intenciones pedagógicas del profesor. De esta manera, es posible emplear tecnología para automatizar las tareas más mecánicas y propensas a errores. En el caso de este trabajo de investigación las dos contribuciones realizadas giran en torno a la gestión de evidencias educativas en el ciclo de vida de una situación de aprendizaje.

En primer lugar, el modelo de diseño educativo orientado a evidencias (EADM - *Evidence Aware Design Model*) recoge el propósito de *assessment* del profesor para cada muestra de trabajo requerida de los alumnos. En segundo lugar, en base a la información de EADM, la arquitectura ACE (*Automatic Collection of Evidence*) centraliza las muestras de trabajo dispersas en el portfolio del alumno.

Para conseguirlo, la arquitectura propuesta se compone de un núcleo formado por el gestor, el recolector y el inyector de evidencias, capaces de gestionar el flujo de trabajo adecuado para la integración del portfolio digital en una situación de aprendizaje distribuido. A este núcleo se añaden diferentes adaptadores, capaces de extender la funcionalidad de recolección e inyección a un amplio abanico de herramientas y gestores de portfolio.

Gracias a la utilización de este patrón adaptador, se cumple el requisito de integración de múltiples herramientas de autoría, herramientas educativas, entornos virtuales de aprendizaje y gestores de portfolio. Por otra parte, la información de diseño contenida en el EADM permite el mantenimiento de la información de contexto de la evidencia educativa (quién la genero, cuándo, con qué propósito...), reduciendo la carga cognitiva para el profesor. Finalmente, la recolección automática de todas las muestras de trabajo reduce la carga de trabajo del profesor, evitando las tareas mecánicas y más propensas a errores. De esta manera, se cumplen los requisitos identificados en la Sección 4.2.

El flujo de trabajo descrito a lo largo de esta sección incluye las tres fases del ciclo de vida de una situación de aprendizaje: diseño, instanciación y puesta en marcha. Tal y como está descrito en el capítulo, se asume que durante el diseño se utilizará EADM para modelar las evidencias que el profesor quiere ver en el portfolio del alumno y posteriormente se enriquece esta información con los datos de instanciación. En este sentido, es necesario que las herramientas de autoría sean extendidas para solicitar la información modelada en el EADM⁸. Sin embargo, durante la ejecución de las experiencias de evaluación que se describirán en el Capítulo 5 no se disponía de un apoyo tecnológico para este modelado, por lo que el diseño educativo del profesor se completó con un formulario a través del cual el profesor podía establecer el enlace directo entre objetivos de aprendizaje y muestras de trabajo. Esta información se incorporaba manualmente (simulando el adaptador de LD) a la representación computacional en Lingua Franca de la situación de aprendizaje. Siendo necesaria la incorporación de cierta información adicional en fase de instanciación (como el instante exacto de recogida) cabe preguntarse si es estrictamente necesario emplear EADM o sería conveniente habilitar la provisión de toda la información en fase de instanciación.

A este respecto, en primer lugar, es interesante interpretar los adaptadores de LD como un nivel de abstracción y acceso al núcleo de ACE. En este sentido, en caso de que el profesor decidiera no usar otra herramienta de autoría, siempre podría recurrir al desarrollo de un adaptador específico que le permitiera expresar la información mínima para permitir la recolección (qué recoger y dónde se encuentra esa muestra de trabajo) en el formato propuesto por la Lingua Franca. De esta forma, la segunda contribución de esta tesis se independiza de la primera, existiendo una alternativa al diseño EADM.

Sin embargo, se recuerda que uno de los objetivos del diseño EADM es apoyar al profesor en la provisión de *assessment* formativo más coherente con los objetivos de aprendizaje marcados.

⁸En el momento de escritura de esta memoria de tesis, esta extensión se está llevando a cabo en WebCollage (Villasclaras-Fernández *et al.*, 2013)

Por ello, la utilidad de emplear esta propuesta de modelado va más allá del mero almacenamiento de la información y se espera que tenga utilidad en si misma, convirtiéndose en un instrumento de reflexión para el profesor. De esta manera, la primera contribución de esta tesis tiene entidad individual, incluso si la información así modelada no llega a utilizarse para la recolección automática de muestras de trabajo.

Otro de los pilares asumidos en la descripción de esta arquitectura es la especificación, por parte del profesor, de los instantes exactos de recogida de los artefactos de interés. Sin embargo, este enfoque parece restar flexibilidad a la puesta en marcha real de la situación de aprendizaje. Por una parte, es posible que el profesor se enfrente a modificaciones no planificadas en las sesiones previstas de la asignatura (días festivos, cambios de aula, bajas por enfermedad...). Por otra, podría darse el caso de que el profesor decida alargar o acortar los tiempos dedicados a cada actividad en función del avance real que percibe en sus alumnos. Finalmente, cabe la posibilidad de que el profesor prefiera recoger muestras de trabajo de sus alumnos para su evaluación formativa en un instante que no había previsto *a priori*. Por todas estas razones, parece razonable que la evolución natural de esta propuesta sea la gestión de eventos relativos (en lugar de instantes temporales fijados) para la recolección de evidencias (p.ej. finalizar una determinada tarea), o la recopilación bajo demanda del profesor de los artefactos en curso en un momento determinado.

En resumen, la arquitectura propuesta es el resultado de los tres ciclos de investigación DSRM realizados a lo largo de este trabajo de tesis, gracias a los cuales se completan los requisitos identificados para la integración de portfolios digitales en entornos de aprendizaje distribuido. Esta propuesta se evalúa en situaciones reales en el Capítulo 5. Adicionalmente, durante este proceso iterativo surgen nuevas ideas, que se recogen en el Capítulo 6 en forma de líneas de trabajo futuras.

4.5 CONCLUSIONES

Este Capítulo presenta la segunda de las contribuciones de este tesis: una arquitectura para la recolección de evidencias educativas en entornos distribuidos tecnológicamente heterogéneos.

Partiendo de la información especificada por el profesor gracias a la primera contribución de este trabajo de tesis (el modelo de diseño educativo EADM, descrito en el Capítulo 3), el núcleo de esta arquitectura recolecta las diferentes muestras de trabajo de las herramientas en la que han sido generadas y las inyecta en el gestor de portfolio escogido por el profesor, bajo el perfil de cada uno de los alumnos que han participado en su generación.

El patrón de diseño escogido, basado en adaptadores, permite una integración menos costosa de nuevas herramientas, VLEs y gestores de portfolio digital, mediante la implementación de una interfaz sencilla, que permite conectar el nuevo adaptador al resto de la estructura. De esta forma, con un esfuerzo de desarrollo limitado, la nueva herramienta está lista para participar en el flujo de trabajo de gestión de evidencias educativas dispersas.

Así, una vez presentadas las dos contribuciones de este trabajo de tesis, el siguiente capítulo se dedica a la evaluación de esta propuesta, con el fin de identificar sus fortalezas y limitaciones, si las hubiera, y validar el trabajo realizado como una solución viable para la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje.

Capítulo 5

EVALUACIÓN

LA metodología DSRM (*Design Science Research Methodology*), escogida para el trabajo de investigación realizado en esta tesis, propone la inclusión en cada iteración de las fases de demostración y evaluación del incremento propuesto en la solución. Este Capítulo describe las experiencias de evaluación llevadas a cabo, que unifican ambas fases para cada uno de los tres ciclos de investigación planteados. Los resultados obtenidos muestran que las propuestas fueron capaces de apoyar a los profesores participantes en la inclusión de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje. Si bien el modelado de evidencias educativas añade una ligera sobrecarga a las tareas habituales de diseño educativo, se consiguen diseños más coherentes con las competencias evaluadas. Por otra parte, la recolección automática de evidencias educativas evita la necesidad de que el profesor acceda una a una a las diferentes muestras de trabajo generadas por sus alumnos en las diferentes herramientas distribuidas escogidas para la situación de aprendizaje. De esta manera, el esfuerzo adicional en la fase de diseño se compensa con un ahorro de tiempo en la parte de puesta en marcha de las situaciones de aprendizaje.

5.1 INTRODUCCIÓN

El uso de portfolios digitales como herramientas de *assessment* permite a los profesores realizar una evaluación formativa de sus alumnos. Como resultado, la evaluación se convierte en un mecanismo más para el aprendizaje, y se consigue una valoración más cercana a las competencias que se pretende que los alumnos alcancen. Sin embargo, la utilización de herramientas web 2.0, conformando los llamados entornos distribuidos de aprendizaje (DLEs - *Distributed Learning Environments*) hace que las muestras de trabajo estén dispersas y accesibles sólo a través de interfaces heterogéneas. La puesta en marcha de este tipo de situaciones de aprendizaje y la recolección de esos artefactos dispersos supone una sobrecarga de trabajo alta para el profesor, que impacta negativamente en la incorporación de portfolios en entornos educativos distribuidos.

A lo largo de la presente memoria de tesis se ha descrito, por una parte, el modelo de diseño educativo orientado a evidencias EADM (*Evidence Aware Design Model*) y, por otra, la arquitectura para la recolección automática de evidencias ACE (*Automatic Evidence Collection*).

El primero pretende que el profesor haga explícitas las relaciones entre muestras de trabajo y objetivos de aprendizaje, con el fin de conseguir diseños educativos más coherentes con las competencias evaluadas. Adicionalmente, esta información se explota para la recolección automática de las muestras de trabajo alojadas en diferentes herramientas, siendo el objetivo de la segunda contribución de esta tesis la reducción de la sobrecarga de trabajo del profesor en la recuperación de evidencias educativas. Este Capítulo evalúa las dos contribuciones realizadas en el contexto de cinco asignaturas de la Universidad de Valladolid.

El enfoque investigador escogido para la realización de esta tesis defiende un planteamiento interpretativo, según el cual el investigador pretende comprender la realidad concreta que observa y describirla en toda su complejidad, sin intención de generalizar los resultados obtenidos. Por esta razón, a lo largo de este capítulo se suceden las descripciones detalladas de una serie de casos, analizados en profundidad para responder a la pregunta de investigación planteada.

Para ello, la Sección 5.2 aplica DSRM (*Design Science Research Methodology*) a este trabajo de investigación en concreto y define tanto la pregunta de investigación planteada junto con sus matices, como las iteraciones de evaluación realizadas sobre las contribuciones de esta tesis. Concretamente, tal y como se reflejó anteriormente en la Sección 1.2, se trabaja en tres ciclos de evaluación consecutivos, en los que cada uno construye sobre el anterior. Estos ciclos se detallan en las Secciones 5.3, 5.4 y 5.5. Finalmente, la Sección 5.6 recopila las lecciones aprendidas en todas las experiencias realizadas.

5.2 DISEÑO DE EVALUACIÓN

El Capítulo 1 de esta tesis detalla la metodología escogida para el desarrollo de la misma. Concretamente, a lo largo de la Sección 1.3 se enumeran los diferentes pasos propuestos por *Design Science Research Methodology* para el diseño, desarrollo y validación de una solución tecnológica al problema de investigación detectado. Hasta el momento, tal y como se representaba en la Figura 1.4 en aquel capítulo, esta memoria de tesis ha descrito el trabajo realizado en relación a las tres primeras etapas de cada ciclo DSRM: identificación del problema y motivación, definición de los objetivos de la solución y diseño e implementación. Esta sección se centra en el diseño de los pasos cuarto y quinto (demostración y evaluación), dedicados a la puesta en marcha de las contribuciones de esta tesis en escenarios reales, así como la recopilación de información útil para la valoración de la utilidad de la solución propuesta.

A continuación, la Sección 5.2.1 define los aspectos a explorar para entender de qué manera las propuestas de esta tesis apoyan al profesor en la realización de *assessment* formativo en entornos distribuidos de aprendizaje. Posteriormente, la Sección 5.2.2 explica las tres iteraciones realizadas en este proceso de investigación. Finalmente, la Sección 5.2.3 detalla las fuentes de datos empleadas para apoyar este proceso de evaluación.

5.2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, TENSIONES Y TÓPICOS

La pregunta de investigación a la que se pretende dar respuesta, introducida en la Sección 1.1, es:

¿De qué manera es posible apoyar a los profesores

*en la recolección de evidencias educativas,
con el fin de facilitar la explotación
de los beneficios de los portfolios digitales
en entornos tecnológicamente heterogéneos y distribuidos?*

Con el fin de atacar esta pregunta de una manera ordenada, se sigue el método de reducción anticipada de Miles y Huberman (1994), cuyo esquema general se presenta de forma gráfica en la parte inferior derecha de la Figura 5.1. De esta manera, se definen una serie de tensiones o *issues* (dos, en el caso de esta tesis), que organizan conceptualmente el proceso investigador. Cada uno de ellos se compone a su vez de tópicos que exploran las diferentes dimensiones de la tensión. Finalmente, se asocia a cada tópico un grupo de preguntas concretas que permitirán recoger datos, cuyo análisis contribuirá a iluminar los tópicos (identificadas como IQ - *Informative Question*). El total de dieciseis preguntas, agrupadas por tópicos, se recogen en la Figura 5.1. Así, esta manera de estructurar la información nos permite recorrer el camino desde los datos recogidos en cada una de las experiencias de evaluación hasta la pregunta de investigación que se persigue.

RQ: ¿De qué manera es posible apoyar a los profesores en la recolección de evidencias educativas, con el fin de facilitar la explotación de los beneficios de los portfolios digitales en entornos tecnológicamente heterogéneos y distribuidos?

Tensión I: ¿De qué manera permite EADM (*Evidence-Aware Design Model*) modelar la información referente a evidencias educativas como parte del diseño de una situación de aprendizaje?

T.I.1: Apoyo al diseño

- IQ.I.1.1: ¿Cómo pueden tenerse en cuenta las evidencias que se generarán a lo largo de una situación de aprendizaje durante el diseño de la misma?
- IQ.I.1.2: ¿Qué porcentaje de la información necesaria está disponible en este punto del ciclo de vida?
- IQ.I.1.3: ¿En qué medida aumenta o disminuye la carga de trabajo del profesor la consideración de evidencias educativas durante el diseño?
- IQ.I.1.4: ¿Cómo ayuda EADM al profesor a reflexionar sobre su diseño al considerar las evidencias educativas?

Tensión II: ¿En qué medida permite ACE (*Automatic Collection of Evidence*) la recolección y explotación de evidencias educativas?

T.II.1: Apoyo a la instanciación y puesta en marcha

- IQ.II.1.1: ¿Hasta qué punto es posible configurar o instanciar el gestor de portfolio *a priori* para apoyar la situación de aprendizaje?
- IQ.II.1.2: ¿Qué impacto tienen la consideración de evidencias educativas en las tareas de despliegue?
- IQ.II.1.3: ¿Es capaz ACE de soportar múltiples herramientas de autoría?
- IQ.II.1.4: ¿Es capaz ACE de soportar múltiples entornos virtuales de aprendizaje?
- IQ.II.1.5: ¿Es capaz ACE de soportar múltiples herramientas 2.0?
- IQ.II.1.6: ¿Es capaz ACE de soportar múltiples gestores de portfolio?
- IQ.II.1.7: ¿Cómo utiliza el profesor los VLEs y herramientas tras la inclusión de ACE?
- IQ.II.1.8: ¿En qué medida aumenta o disminuye ACE la carga de trabajo del profesor en la recolección de evidencias?

T.II.1: Apoyo a los propósitos del portfolio: almacén, espacio de trabajo y escaparate

- IQ.II.2.1: ¿Hasta qué punto es posible reunir todas las evidencias recolectadas en el gestor de portfolio?
- IQ.II.2.2: ¿En qué medida se respeta la información de autoría (individual/grupal) de las evidencias?
- IQ.II.2.3: ¿Qué porcentaje de la información especificada durante el diseño obtiene el profesor en el portfolio?
- IQ.II.2.4: ¿En qué medida permite ACE al profesor percibir los beneficios del uso de ePortfolios?

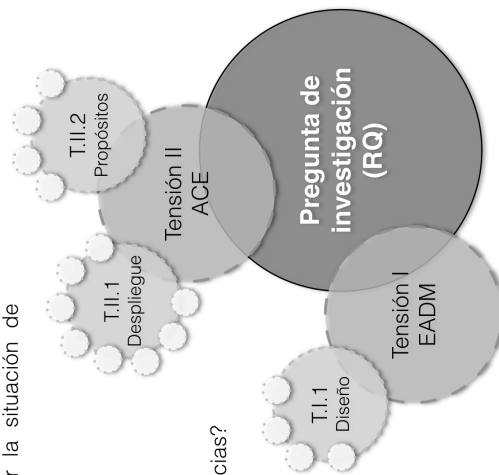


FIGURA 5.1: Diagrama de tensiones, tópicos y preguntas informativas para esta tesis

El apoyo a los profesores en la explotación de los beneficios de los portfolios digitales en entornos distribuidos se explora en este trabajo de tesis a través de dos tensiones: el apoyo al modelado de la información relativa a evidencias educativas y su recolección automática. La primera de estas tensiones se traslada a un único tópico, el apoyo al diseño, mientras que la recolección automática de muestras de trabajo implica la consideración de dos: el apoyo al despliegue y el apoyo a los propósitos del portfolio. Estos tres tópicos se detallan a continuación.

T I.1 - APOYO AL DISEÑO

El foco principal de la pregunta de investigación propuesta es (...) *facilitar la explotación de los beneficios de los portfolios digitales (...)*. Esta explotación apoya el *assessment* formativo en situaciones en las que las muestras de trabajo a evaluar se encuentran dispersas en distintas herramientas educativas. Para que esto sea posible, es necesario que el profesor relacione explícitamente las muestras de trabajo requeridas con los objetivos de aprendizaje evaluados. Adicionalmente, la consideración por parte del profesor de estas evidencias educativas durante la fase de diseño de su situación de aprendizaje hará también explícita la información necesaria para su recolección posterior.

Así, este tópico pretende evaluar el modelo propuesto (EADM - *Evidence-Aware Design Model*), tanto en términos de completitud (es decir, verificar que recoge toda la información que posteriormente se tendrá en cuenta para la recolección) como el impacto que la consideración de evidencias tiene en la carga de trabajo del profesor y en la calidad del diseño resultante.

T II.1 - APOYO AL DESPLIEGUE

Se pretende que la recolección automática de evidencias tenga lugar en un *entorno distribuido y tecnológicamente heterogéneo*. Por ello, este tópico se centra en la capacidad de la solución para consumir información de diferentes herramientas de autoría, así como la recolección de evidencias educativas procedentes de múltiples herramientas web 2.0 o entornos virtuales de aprendizaje y su inyección en gestores de portfolio diversos.

Para ello, las experiencias de evaluación escogidas deberán incluir en conjunto al menos dos sistemas diferentes de cada uno de ellos; de forma que se valide la adaptabilidad de la solución.

T II.2 - APOYO A LOS PROPÓSITOS DEL PORTFOLIO: ALMACÉN, ESPACIO DE TRABAJO Y ESCAPARATE

Puesto que la solución propuesta en esta tesis pasa por facilitar la *integración de portfolios digitales*, es necesario comprobar que la funcionalidad soportada en ellos sigue siendo correcta tras la recolección automática de evidencias. En otras palabras, aunque la tesis no suponga una aportación adicional en este sentido, este tópico trata de asegurar que los propósitos habituales de los portfolios como almacén, espacio de trabajo y escaparate (Barrett, 2011), se respetan y se pueden seguir explotando incluso si las evidencias han sido inyectadas de manera automática.

La evaluación de este tópico se basa en la percepción del profesor sobre el resultado de agregación de muestras de trabajo, y dependerá en gran medida del gestor de portfolio escogido en cada experiencia, puesto que serán sus capacidades originales las que marcarán la pauta a seguir por las evidencias recogidas de manera automática.

5.2.2 CICLOS DE EVALUACIÓN

Dentro de la propuesta metodológica descrita en la Sección 1.3, la presente tesis se orquesta en forma de tres iteraciones que, partiendo del mismo problema, se plantean objetivos incrementales para su solución y evaluación:

1. En primer lugar se explora la inclusión de evidencias educativas en entornos distribuidos a nivel conceptual, valorando su impacto en la fase de diseño.
2. En segundo lugar, se valora la viabilidad técnica de la solución, evaluando los principios arquitectónicos y de uso de la arquitectura para la recolección automática de evidencias.
3. Por último, se añade variabilidad a los escenarios de uso, utilizando nuevos contextos y configuraciones, con el fin de completar los hallazgos de las experiencias previas a través de otros enfoques.

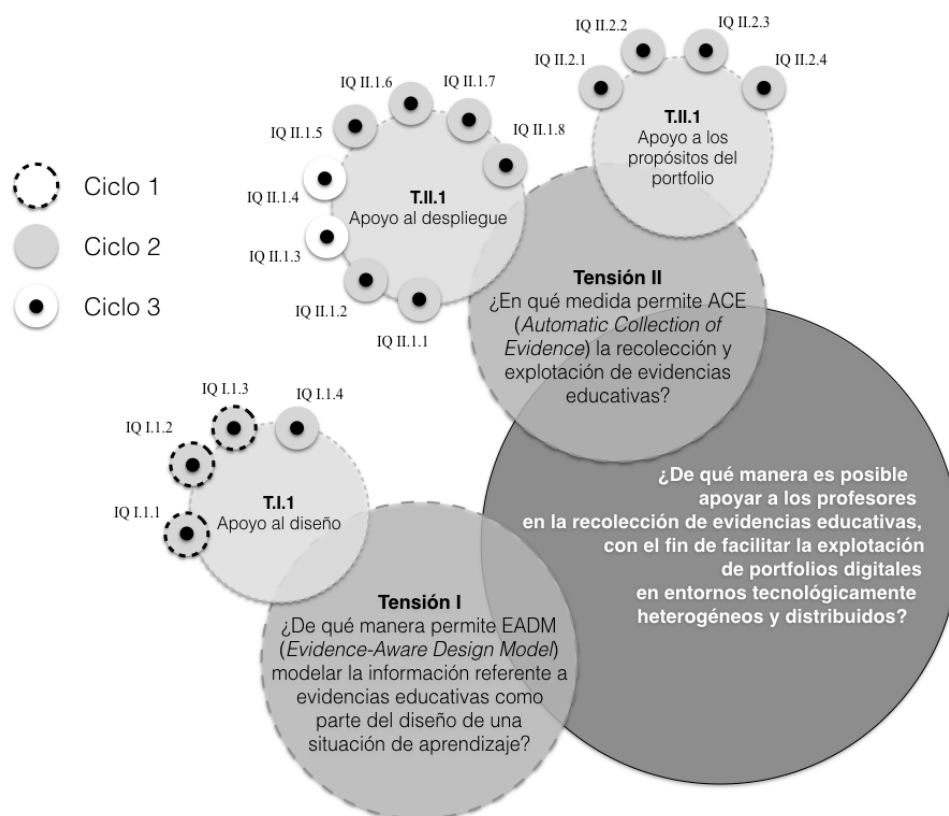


FIGURA 5.2: Cobertura de los tópicos de evaluación en cada uno de los tres ciclos

La cobertura del diagrama de evaluación de cada uno de estos ciclos se recoge de forma gráfica en la Figura 5.2. El modelo orientado a evidencias (EADM - *Evidence-Aware Design Model*) servirá de base para todas las experiencias, por lo que será evaluado en los tres ciclos. El despliegue de la arquitectura para la recolección de evidencias (ACE - *Automatic Collection*

of Evidence) será el foco del segundo ciclo y se extenderá hasta el tercero; mientras que los propósitos específicos de los diferentes gestores de portfolio utilizados se evaluarán únicamente en el tercer ciclo, una vez que las evidencias han sido recolectadas. Esta distribución se representa con un borde punteado para aquellas preguntas informativas consideradas en el primer ciclo, color de fondo gris para aquellas preguntas evaluadas en el segundo ciclo y un punto central para las incluidas en el tercero. La combinación de varias de estas marcas visuales (o la presencia de las tres) implican que esa pregunta informativa estuvo presente en más de un ciclo.

5.2.3 FUENTES DE DATOS

La estructura de evaluación propuesta en la sección anterior se basa en la valoración de un conjunto de preguntas informativas que permitan una mejor comprensión de los tópicos definidos. Siguiendo la filosofía interpretativa mencionada anteriormente, la valoración de esas preguntas informativas está basada en la recopilación profusa de información a través de diferentes técnicas y fuentes de datos, que permitan una mejor comprensión de las percepciones y opiniones de los participantes en las experiencias de evaluación (Creswell, 2013). Las utilizadas en el proceso de evaluación de esta tesis, de forma común a todas las experiencias de evaluación realizadas, se recogen en la Tabla 5.1.

En este sentido, se intentará valorar la sobrecarga de trabajo en tiempo adicional de diseño que ha supuesto para el profesor, se recogerán los diseños educativos resultantes, se llevarán a cabo observaciones de las sesiones de co-diseño y se contrastará la información obtenida con cuestionarios y entrevistas con el profesor implicado, con el fin de contar con su percepción personal.

Estas fuentes de datos serán empleadas en los tres ciclos de evaluación descritos en las Secciones 5.3, 5.4 y 5.5. La particularización concreta en cada uno de ellos se describe en el apartado *Recopilación y análisis de datos*.

5.2.4 MEDIDAS DE CALIDAD DEL PROCESO

Una de las principales consideraciones en cualquier proceso de investigación debe ser asegurar la calidad y rigor de los resultados obtenidos. En este caso, no se pretende medir, cuantificar ni obtener resultados estadísticamente significativos, sino interpretar la realidad observada en los casos evaluados. Es por esto que las nociones clásicas de los enfoques positivistas, como la exactitud, objetividad y validación externa son sustituidas en investigación interpretativa por credibilidad, transferibilidad y confirmabilidad (Cohen *et al.*, 2007; Guba, 1981). Las estrategias para cumplir con estos criterios son muy diferentes al caso positivista, e incluyen descripciones detalladas de los casos observados, realimentación por parte de los informantes o constatación de la opinión de los participantes. En el caso de esta tesis, los datos registrados por la autora son complementados con observaciones de otros miembros del equipo de investigación. Adicionalmente, las percepciones de los participantes en las experiencias se recogen a través de formularios, que se constatan posteriormente con la grabación de entrevistas semi-estructuradas a los informantes.

Siguiendo esta línea, se adopta un estilo narrativo para la descripción de los casos, complementado por tablas y diagramas que pretenden aportar claridad en la comprensión de la experiencia concreta realizada. Con el fin de alcanzar credibilidad y transferibilidad de los resultados, se opta por una descripción textual de los hallazgos, presentada junto a citas textuales

TABLA 5.1: Técnicas de recogida de datos empleadas en esta tesis

Técnica	Descripción	Finalidad
Artefacto generado por el profesor	Artefactos electrónicos o en papel generados por el profesor, principalmente diseños educativos, formularios de co-diseño	Registrar el proceso de diseño educativo
Medida temporal	Medida del tiempo empleado en la realización de ciertos procesos	Entender la cantidad de tiempo requerida por el proceso medido
Observación	Observación del profesor en su entorno en los diferentes eventos de evaluación. Estas observaciones son llevadas a cabo tanto por la autora de la presente tesis como por otros investigadores que colaboran en el proceso. Así, se recogen notas escritas, fotografías y grabaciones de audio	Registrar acciones, opiniones, impresiones, conclusiones y cuestiones emergentes que surjan de los diferentes participantes en cada evento de evaluación
Cuestionario	Cuestionarios web, compuestos de una combinación de preguntas abiertas y cerradas	Obtener la opinión de los participantes sobre diferentes aspectos de la experiencia de evaluación
Entrevista	Conversación semiestructurada, cara a cara con los participantes, recogida en grabaciones de audio	Recoger la opinión de los participantes para su posterior análisis, tras el procesamiento del resto de datos recogidos (observaciones, cuestionarios...)

de la opinión aportada por los participantes en los casos evaluados (Lincoln y Guba, 2000). Este enfoque se repite en los tres ciclos de evaluación realizados a lo largo de este trabajo de tesis.

5.3 CICLO 1:

EVALUACIÓN DEL MODELADO DE EVIDENCIAS EDUCATIVAS

Tal y como se representa en la Figura 1.3 del Capítulo 1, el primer ciclo DSRM de esta tesis se centra en la detección de carencias en lenguajes de modelado actuales de diseño educativo, en lo referente al modelado de evidencias educativas. Así, la Sección 3.2 destaca la incapacidad de los lenguajes actuales para representar muestras de trabajo de especial relevancia (evidencias) sobre el conjunto de artefactos generados. Adicionalmente, la expresividad de los lenguajes estudiados está limitada, impidiendo el establecimiento de una relación explícita entre cada muestra de trabajo requerida y el objetivo educativo al que está orientada. Estas carencias se tratan de corregir en el modelo EADM (*Evidence Aware Design Model*), descrito en el Capítulo 3, que

aporta los elementos necesarios para que el profesor pueda hacer explícitas esas dos relaciones.

Con el fin de evaluar hasta qué punto esta primera contribución de la tesis resuelve el primer objetivo parcial propuesto, *ayudar al profesor a identificar evidencias educativas relevantes durante el proceso de diseño de situaciones de aprendizaje*, se realiza una primera exploración en la que, partiendo de la experiencia real de un profesor de la Universidad de Valladolid, la autora de esta tesis re-diseña una situación de aprendizaje existente de acuerdo al modelo propuesto. Como se detallará más adelante, se escoge esta asignatura por estar incluida en el contexto investigador de esta tesis: el profesor elige apoyar su situación de aprendizaje sobre un entorno distribuido, y tiene un número elevado de alumnos a los que evaluar formativamente durante la ejecución de la misma. Se opta por este enfoque exploratorio como una primera aproximación a situaciones auténticas, en un intento de comprender mejor el problema de investigación y la dimensión del mismo.

De esta forma, se comprueba la expresividad del modelo (es posible hacer explícita toda la información requerida para la posterior recolección de evidencias), así como el posible impacto que este modelo tiene en el proceso de diseño.

5.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Ingeniería de Sistemas de Software (ISS) es una asignatura del segundo curso del Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación de la Universidad de Valladolid¹, impartida durante el curso 2012/2013. Se trata, por lo tanto, de una asignatura real, que ya existía antes de esta experiencia de evaluación y que, en ningún caso, ha sido específicamente diseñada para los objetivos de este trabajo de tesis.

ISS persigue objetivos específicos relacionados con el conocimiento del Proceso Unificado de Desarrollo de Software (Jacobson *et al.*, 2000), la documentación asociada al mismo o el modelado de un sistema de acuerdo a la notación del Lenguaje de Modelado Unificado. Adicionalmente, se trabajan competencias horizontales, como el aprendizaje autónomo, la evaluación entre pares del trabajo realizado y el trabajo en equipo.

Para ello, se organiza al conjunto de alumnos matriculados en la asignatura (aproximadamente 50) en grupos de tres personas, que deberán realizar un total de nueve entregas. La información básica sobre cada una de estas entregas estará disponible en *Moodle*, que se emplea como centro organizativo de la asignatura; mientras que los informes propuestos se generarán en *Google Docs*. Tras cada una de estas entregas, se pedirá a los alumnos que, mediante el apoyo de una rúbrica, evalúen el trabajo de sus compañeros. Para ello, se requerirá la cumplimentación de un formulario en *Google Forms*.

Adicionalmente, el profesor asesora cada una de las evaluaciones cruzadas de sus alumnos, proveyendo comentarios sobre la valoración realizada en cada caso.

De esta forma, la secuencia de aprendizaje recurrente (que se repite nueve veces, una por entrega) para esta asignatura se muestra en la Figura 5.3.

Debido a las limitaciones del VLE institucional, *Moodle*, el mecanismo de compartición de artefactos entre alumnos se basa en el envío por correo electrónico de una carpeta comprimida con las entregas de todos los grupos. El profesor se ha visto obligado previamente a exportar todos y cada uno de los artefactos generados en *Google Docs*, comprimirlos y reenviarlos, junto

¹[http://www.tel.uva.es/docencia/asignaturas.htm?controlador\(titulacion\)=Pcomun](http://www.tel.uva.es/docencia/asignaturas.htm?controlador(titulacion)=Pcomun)

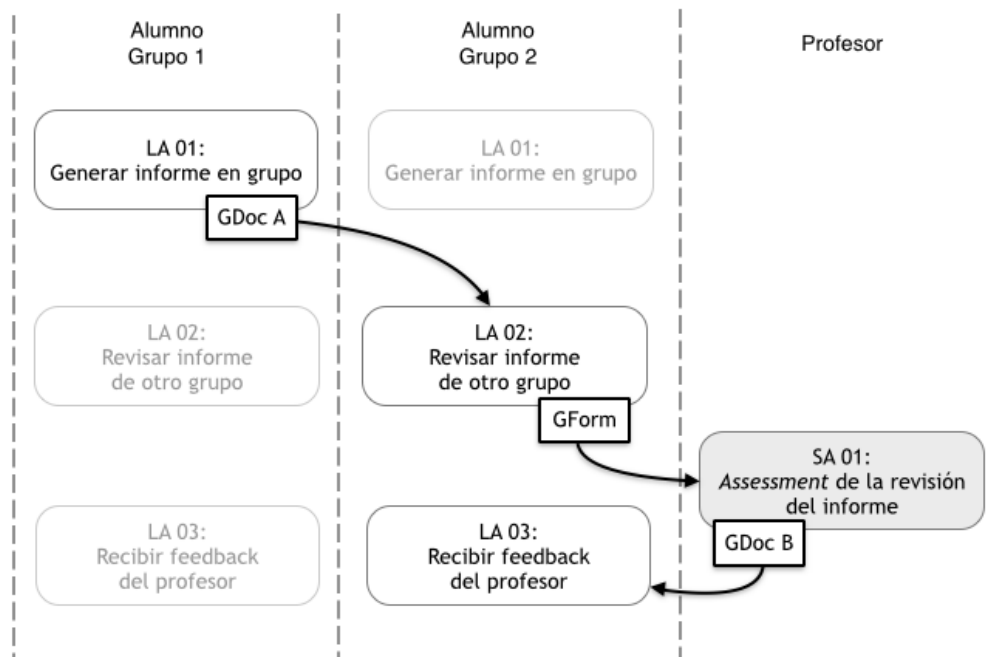


FIGURA 5.3: Secuencia de aprendizaje recurrente en la asignatura *Ingeniería de Sistemas de Software*

con la información de qué grupo debe revisar qué artefacto. A pesar de recibir todos los informes, cada trío de alumnos debe prestar únicamente atención al artefacto que le corresponde.

Al final de la asignatura, el profesor ha descargado 135 documentos diferentes, generado 9 carpetas carpetas comprimidas con otras tantas hojas de instrucciones, enviado 450 correos, recibido 135 correos y revisando otras tantas rúbricas. De acuerdo al profesor de la asignatura, este enfoque es agotador y propenso a fallos; tanto en la recopilación de la información como en el consumo de la misma (se han dado casos de alumnos que no evaluaban el artefacto que les correspondía). La carga de trabajo aumenta con el número de alumnos y grupos, por lo que el diseño educativo escogido no es escalable e ilustra la sobrecarga de trabajo asociada a un entorno distribuido (Balaban *et al.*, 2011; Sweat-Guy y Buzzetto-More, 2007). Parece recomendable, por lo tanto, una intervención tecnológica que apoye la gestión de esta situación de aprendizaje teniendo en cuenta las evidencias educativas en juego a lo largo de todo el ciclo de vida de la misma.

Este ejemplo pone de manifiesto la complejidad para el profesor de la gestión de situaciones de aprendizaje apoyadas por tecnología en entornos distribuidos, concretamente en lo relativo a la recuperación de muestras de trabajo que permitan el seguimiento y evaluación de sus alumnos. Se trata, por lo tanto, de uno de los escenarios en los que se espera que las contribuciones de esta tesis provoquen un impacto positivo a través de la centralización automatización de las muestras de trabajo de los alumnos en sus portfolios digitales.

Como una primera aproximación previa a esa solución de recolección automática, se plantea la consideración de las evidencias educativas desde la fase de diseño de la situación de aprendizaje. Así, la autora de esta tesis enriquece el diseño de ISS existente a través del modelo orientado a

evidencias (EADM - *Evidence-Aware Design Model*). Para ello, en ausencia de una herramienta de autoría que implemente EADM en este punto de la investigación, se utilizan formularios de co-diseño, denominados así puesto que son rellenados como complemento al diseño original. Estos formularios están orientados hacia la consideración conjunta de muestras de trabajo y objetivos de aprendizaje y ayudan al profesor a expresar explícitamente la relación entre los artefactos generados y los objetivos de aprendizaje perseguidos. Además, permiten representar aquellas muestras de trabajo relevantes que deben ser consideradas evidencias educativas. La plantilla empleada puede consultarse en el Apéndice A, mientras que el modelado concreto de las tres actividades correspondientes al ciclo básico de la Figura 5.3 en el caso de la segunda entrega (*E2: Casos de uso resumidos*) se incluye en el CD con contenido adicional de esta memoria de tesis.

5.3.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

La evaluación de la primera contribución de esta tesis sobre la asignatura *Ingeniería de Sistemas Software* sigue las pautas generales a este trabajo de tesis descritas en la Sección 5.2. La Figura 5.4 recoge las fuentes de datos utilizadas en esta experiencia de evaluación. Cada fila especifica la técnica empleada (entre las descritas en la Tabla 5.1), mientras que cada columna marca un instante en el ciclo de vida de la situación de aprendizaje. A los tres descritos en la Sección 2.5 (diseño, instanciación y puesta en marcha) se añade el co-diseño de la actividad, de acuerdo a las pautas EADM. Esta etapa adicional se añade por dos razones: en primer lugar, no existe en el momento de realizar esta evaluación una herramienta de autoría que implemente EADM, por lo que se usarán los formularios de co-diseño introducidos anteriormente (ver Apéndice A). En segundo lugar, resulta interesante separar el diseño regular del esfuerzo adicional realizado por el profesor para modelar evidencias educativas, por lo que se separan explícitamente. De esta manera, cada fuente de datos se marca en la Figura 5.4 con una etiqueta que combina la técnica empleada y el instante de recogida. Así, por ejemplo, [Ent D1] identifica la primera entrevista realizada durante el diseño.

Inicialmente, se mantuvo una entrevista informal con el profesor de la asignatura ([Ent D1]), quien describió de forma libre el diseño educativo de la misma ([Art D1]), así como los problemas que se había encontrado durante la ejecución y evaluación de cada iteración. Posteriormente, la autora de esta tesis complementó el citado diseño con el modelado de evidencias educativas, rellenando para ello el formulario de co-diseño EADM. Gracias a la información de modelado de evidencias educativas, y tomando como referencia la secuencia básica representada en la Figura 5.3, la Tabla 5.2 modela el caso de uno de los nueve informes que conforman la situación de aprendizaje completa (denominado EXX en la Tabla 5.2). Concretamente, establece la relación entre actividades, herramientas empleadas, objetivos de aprendizaje perseguidos y la consideración o no como evidencia educativa del resultado de esa actividad.

De esta forma, la primera de las actividades consiste en generar en grupo un informe específico, como puede ser la descripción de los casos de uso o los diagramas de secuencia. Para ello, se utilizará la herramienta Google Docs. Cada uno de estos informes responde a algunos objetivos educativos específicos, como *conocer el Proceso Unificado de Desarrollo de Software* o *modelar un sistema software concreto haciendo uso del Lenguaje de Modelado Unificado*². Adicionalmente, esta actividad se orienta en cada iteración hacia la capacidad de trabajar en equipo y realizar

²Objetivos extraídos de la Guía Docente de la asignatura

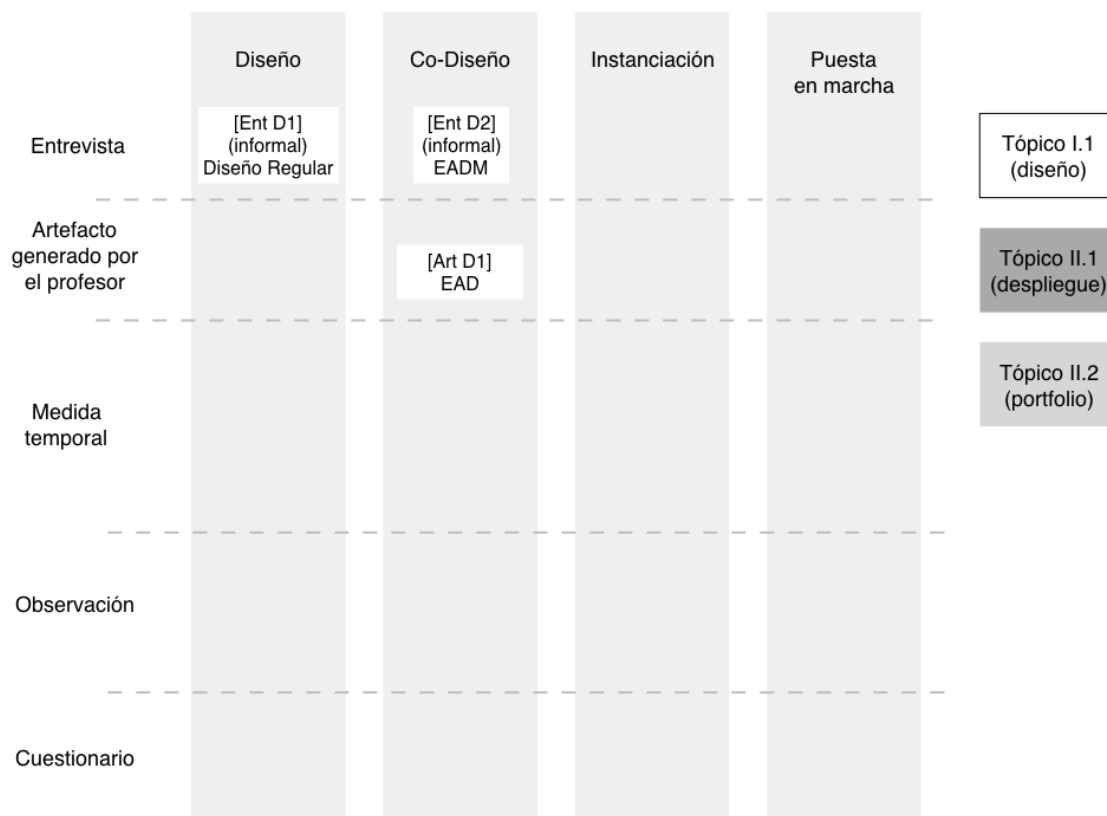


FIGURA 5.4: Toma de datos en la experiencia de evaluación ISS

informes técnicos. En las nueve iteraciones, este documento se considerará una evidencia de los objetivos perseguidos. A partir de estos informes, la segunda actividad propone a los miembros de los diferentes grupos la evaluación del trabajo de sus compañeros de acuerdo a una rúbrica propuesta por el profesor. Se usa, en este caso, Google Forms. De los objetivos descritos en la guía docente, esta actividad se corresponde con el relacionado con el trabajo en equipo. La opinión de cada grupo sobre el informe propuesto se almacenará como evidencia educativa. Finalmente, cada grupo recibirá realimentación por parte del profesor de la evaluación realizada en la segunda actividad.

Los resultados de esta complementación al diseño se presentaron al profesor, de nuevo en una entrevista informal ([Ent D2]) para conocer su opinión al respecto.

La utilización de estos mecanismos informativos responden a la naturaleza exploratoria de este primer ciclo, por lo que se trabaja en base a conversaciones abiertas, en las que el profesor expresa sus propias ideas, limitaciones y problemas a la hora de poner en marcha *assessment* formativo en entornos distribuidos de aprendizaje.

TABLA 5.2: Relación entre actividades, objetivos de aprendizaje y evidencias educativas en una secuencia de aprendizaje de IIS según el modelo EADM

Actividad	Herramienta	Objetivos de aprendizaje	¿Se considera evidencia? (propósito)
Generar informe EXX	Google Docs	Específicos XX Trabajar en equipo Realizar informes técnicos	Sí (almacén, espacio de trabajo y escaparate)
Revisar informe EXX de otro grupo	Google Forms	Trabajar en equipo	Sí (almacén y espacio de trabajo)
Recibir realimentación del profesor sobre la revisión del informe EXX	Google Docs	N/A	No

5.3.3 RESULTADOS

Al tratarse de un primer estudio exploratorio sobre la expresividad del modelo orientado a evidencias propuesto con respecto a las carencias detectadas en los lenguajes de modelado existentes, no se involucra directamente al profesor de la asignatura. En su lugar, el re-diseño de la asignatura teniendo en cuenta las evidencias educativas generadas es realizado por la autora de esta tesis para valorar la capacidad expresiva de EADM pero sin evaluar otros aspectos que sí se tendrán en cuenta en ciclos posteriores del proceso de investigación como son el incremento de carga para el profesor o el nivel de comprensión de los conceptos del modelo por parte de los profesores. Para facilitar la lectura de esta memoria, se trabaja sobre la unidad elemental reflejada en la Figura 5.3, que contempla un ciclo de generación de un informe, revisión entre pares del mismo y realimentación del profesor sobre la evaluación cruzada realizada. No debe olvidarse, sin embargo, que esta unidad se repite nueve veces a lo largo de la situación de aprendizaje, lo que multiplica el impacto descrito en esta sección.

De acuerdo al diseño de evaluación presentado en la Figura 5.2, este primer ciclo DSRM se centra en la evaluación del apoyo al diseño educativo que ofrece la solución propuesta en esta tesis. Para ello, se emplearán las preguntas informativas asociadas al primer tópico en la Figura 5.1:

- *¿Cómo pueden tenerse en cuenta las evidencias educativas que se generarán a lo largo de una situación de aprendizaje durante el diseño de la misma?*
- *¿Qué porcentaje de la información necesaria está disponible en esta fase del ciclo de vida?*
- *¿Cómo ayuda EADM a reflexionar sobre su diseño al considerar las evidencias?*

A partir de este ejercicio de complemento del diseño educativo existente, que obliga a considerar los objetivos de aprendizaje, las muestras de trabajo que los evidencian y ligarlos a la actividad que los generan, pueden obtenerse varias lecturas. En primer lugar, parece que el modelo propuesto (EADM) tiene la expresividad suficiente como para establecer esos enlaces. Será, sin embargo, necesario evaluar en los sucesivos ciclos que los profesores entienden estos conceptos y son capaces de aplicarlos por si mismos.

En segundo lugar, la consideración de evidencias educativas en este punto fomenta una reflexión mayor sobre el propio diseño educativo. Algunos objetivos de la guía docente (como, por ejemplo, la autoevaluación del trabajo realizado), no son evidenciados por ninguna muestra de trabajo. De nuevo, se podría abrir la pregunta para el profesor sobre la adecuación de incluir este objetivo en su guía docente y, en caso de mantenerlo, el impacto que tiene sobre el diseño para ser capaz de desarrollarlo en sus alumnos y, posteriormente, evaluarlo.

Por lo tanto, respondiendo a las preguntas anteriormente planteadas, parece posible tener en cuenta las evidencias educativas durante la fase de diseño al establecer una relación explícita entre actividades, muestras de trabajo y objetivos de aprendizaje. Toda esta información, salvo la ubicación concreta del recurso y el instante de recogida (que necesitará ser instanciado en la herramienta correspondiente), está disponible en este punto del ciclo de vida, por lo que puede ser recopilada y utilizada más adelante. Finalmente, no es posible evaluar en este primer ciclo hasta qué punto esta propuesta de modelado ayuda a la reflexión del profesor sobre su propio proceso docente y el diseño educativo inicialmente propuesto para la situación de aprendizaje.

En cualquier caso, el problema inicial que motivaba esta sección era la sobrecarga de trabajo sufrida por el profesor en la puesta en marcha y gestión de esta compleja situación de aprendizaje. En los siguientes ciclos de evaluación se valorará si el modelado de la información propuesto en esta experiencia de evaluación reúne todos los detalles necesarios para la puesta en marcha de una solución tecnológica que apoye al profesor en la recolección de muestras de trabajo numerosas de diversas fuentes distribuidas, lo que conforma la segunda contribución de esta tesis.

5.4 CICLO 2:

EVALUACIÓN DE LA RECOLECCIÓN AUTOMÁTICA DE EVIDENCIAS EDUCATIVAS

El segundo ciclo DSRM de este trabajo de investigación itera sobre las conclusiones obtenidas tras definir el modelado de evidencias educativas usando EADM. Se pretende, en este caso, valorar la viabilidad técnica de la puesta en marcha de una arquitectura de recolección de muestras de trabajo distribuidas descrita en el Capítulo 4: ACE (*Automatic Collection of Evidence*). Al tratarse de una iteración constructiva incremental, se evaluará también de nuevo el modelado de evidencias educativas usando el modelo EADM (descrito en el Capítulo 3).

Por lo tanto, con el fin de evaluar la citada viabilidad de la segunda contribución de esta tesis, se despliega ACE en una situación de aprendizaje real en la Universidad de Valladolid. De esta forma, se comprueba en qué medida es posible conectar las herramientas escogidas por el profesor para la puesta en marcha de la situación de aprendizaje, así como el impacto que esto tiene en la carga de trabajo del profesor. Es decir, se trata de una experiencia de evaluación en condiciones auténticas, alineada con los dos objetivos parciales planteados en la Sección 1.2:

1. *Ayudar al profesor a identificar evidencias educativas relevantes durante el proceso de diseño de situaciones de aprendizaje*
2. *Evitar la sobrecarga de trabajo asociada a la dispersión de evidencias educativas*

5.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Esta experiencia práctica de evaluación tuvo lugar durante el segundo cuatrimestre del curso 2013/2014, dentro de la asignatura del máster MASUP B32: *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática*³.

Esta asignatura, equivalente a 3 créditos ECTS, se desarrolló entre el 24 de Abril y el 14 de Mayo de 2014. Al igual que en el caso anterior (*Ingeniería de Sistemas Software*), esta asignatura ya existía previamente y no ha sido modificada para encajar con los criterios de actuación de la solución propuesta.

La elección de esta asignatura para la evaluación del segundo ciclo de investigación de esta tesis responde principalmente a dos motivos. Por una parte, el planteamiento inicial de la misma se ajusta al contexto identificado: a lo largo de la asignatura, la profesora realiza *assessment* formativo de sus alumnos, que debe llevar a cabo sobre muestras de trabajo distribuidas en las diferentes herramientas educativas web 2.0 escogidas para apoyar la situación de aprendizaje. Por otra parte, algunos aspectos pragmáticos facilitan la puesta en marcha de la experiencia de evaluación, como el hecho de tener fácil acceso a la profesora (por tratarse de un miembro del Grupo de Investigación GSIC/EMIC en el que se engloba este trabajo de tesis), quien tiene experiencia docente en este tipo de entornos distribuidos, así como usando metodologías similares (principalmente, *Learning Design*).

El diseño educativo original, llevado a cabo con anterioridad en 2013, se estructura como una pirámide en tres niveles (Hernández-Leo *et al.*, 2006):

1. Trabajo individual
2. Trabajo en grupo (3 personas)
3. Trabajo en clase (12 personas)

Cada uno de estos niveles comprende una serie de entregas, en las que los diferentes grupos se enfrentan a un problema de investigación educativo, recibiendo formación incremental en el tipo de herramientas a utilizar para enfrentarse a dicho problema. Adicionalmente, se complementa el trabajo de la segunda fase con un actividad de revisión entre pares. Así, el alumno adquiere competencias que van desde la identificación de problemas y propuesta de soluciones innovadoras hasta la escritura y revisión de material académico, pasando por el trabajo en grupo y la exposición en público del trabajo realizado.

Desde el punto de vista técnico, esta situación de aprendizaje se concentra en torno a Media-Wiki⁴, que contiene todos los recursos educativos que se irán necesitando, así como las descripciones de las diferentes actividades que conforman esta situación. Google Documents⁵ y Google Slides⁶ se utilizan para generar y almacenar los resultados de cada una de estas actividades. Adicionalmente, la realimentación resultante de la tarea de revisión entre pares se incluye en el entorno distribuido en forma de una nueva página wiki. Esta distribución de actividades y herramientas se recoge en la Tabla 5.3.

³https://www.gsic.uva.es/wikis/MASUP/index.php/B32:Sesiones_2014

⁴<https://www.mediawiki.org>

⁵<https://docs.google.com/>

⁶<http://www.google.com/slides/about/>

TABLA 5.3: MASUP32: Distribución de Actividades

Actividad	Descripción	Autoría	Herramienta
1.1	Propuesta de proyecto individual	Individual	Google Docs
2.1	Propuesta de proyecto de investigación-acción	Grupo	Google Docs
2.2	Borrador del plan de investigación-acción	Grupo	Google Docs
2.3	Revisión entre pares	Grupo	Media Wiki
2.4	Respuesta a los revisores	Grupo	Media Wiki
2.5	Versión final del plan de investigación-acción	Grupo	Google Docs
3.1	Presentación Oral	Clase	Google Slides
3.2	Evaluación entre pares	Clase	Media Wiki

En conjunto, una clase de sólo 12 alumnos (que fue el número de estudiantes presentes en esta experiencia de evaluación) genera en torno a 40 artefactos diferentes en tres semanas, que deben ser recolectados y evaluados por una única profesora. La mayoría de ellos están disponibles en Google Documents, pero la profesora debe, también, exportar presentaciones de Google Slides y acceder cada página MediaWiki para valorar el trabajo de sus estudiantes.

Dado el estado inicial de desarrollo de la solución en el momento de poner en marcha la situación de aprendizaje, esta experiencia de evaluación se diseña con una pauta clara: no interrumpir en ningún momento el funcionamiento de la asignatura. Por ello, se decide realizar un tratamiento adicional de las evidencias, que complementa el que ya se venía realizando en años anteriores. Es decir, el funcionamiento de la asignatura será el habitual, pero la profesora contará con un apoyo adicional a la hora de evaluar los artefactos generados, que podrá o no ser utilizado, dependiendo de la utilidad del mismo.

5.4.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Al igual que en el primer ciclo, la evaluación de las contribuciones de esta tesis sobre la asignatura *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática* sigue las pautas generales a este trabajo de tesis descritas en la Sección 5.2. La Figura 5.5 recoge las fuentes de datos utilizadas en esta experiencia de evaluación, de acuerdo a la misma nomenclatura presentada anteriormente.

Partiendo del diseño original de la asignatura ([Ent D1]), se organiza una sesión de co-diseño, en la que se emplean una serie de formularios ([Art D1])⁷ para poner de manifiesto en cada actividad cuáles de los artefactos generados deben ser recogidos como evidencias. Para ello, se responden preguntas como qué herramientas se empleará para generar la muestra de trabajo y cuándo debe producirse la recolección de la evidencia.

Gracias a este ejercicio, la profesora identifica que los objetivos definidos en la guía educativa no son adecuados, puesto que no cubren todos los aspectos ni tienen suficiente granularidad. Es por esto que se realiza una segunda sesión de co-diseño para, partiendo de una lista más extensa y detallada de objetivos, asociando cuáles de ellos se demuestran en cada evidencia.

El tiempo adicional de diseño asociado a estas dos sesiones supuso un total de 45 minutos

⁷Usando la plantilla descrita en el Apéndice A

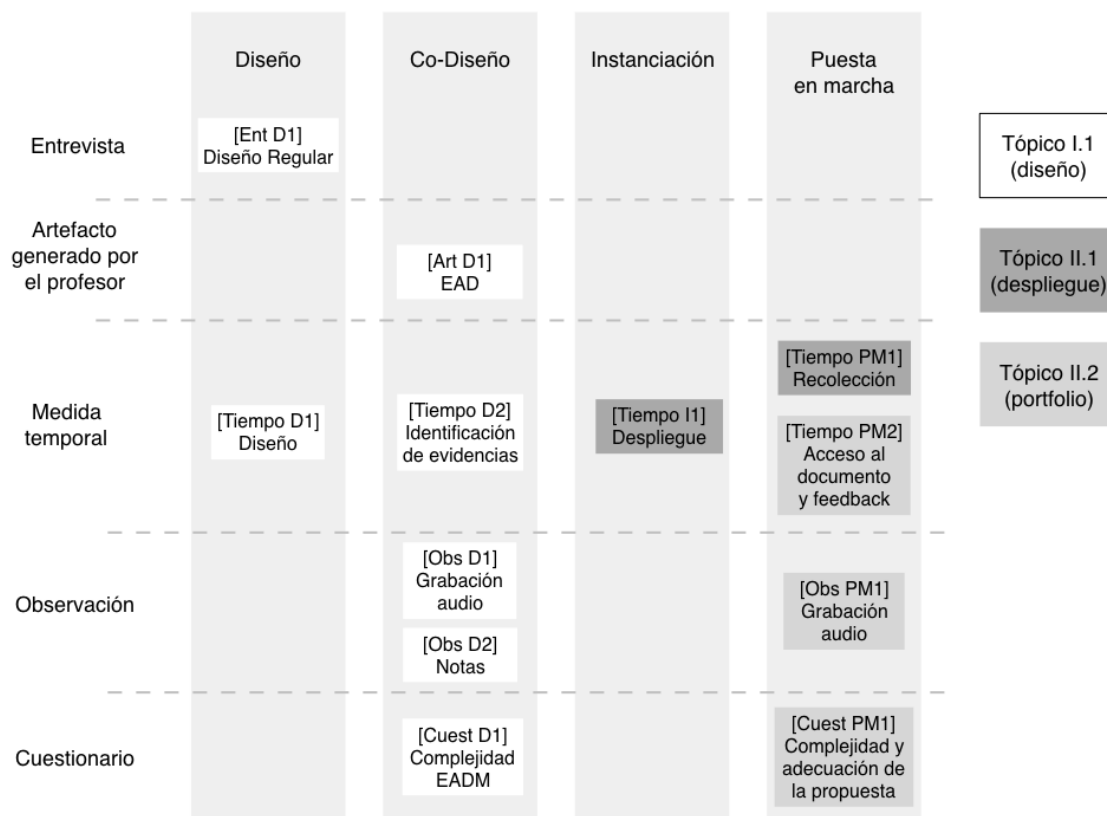


FIGURA 5.5: Toma de datos en la experiencia de evaluación MASUP B32

([Tiempo D2]) sobre el trabajo previo de la profesora ([Tiempo D1]). Otro de los miembros del equipo investigador de esta tesis asistió a la primera de estas sesiones como observador ([Obs D1] [Obs D2]).

La profesora empleó GLUE!PS (Prieto *et al.*, 2011) para desplegar el diseño escogido, por lo que se disponía de toda la información de instanciación en formato XML, concretamente siguiendo el esquema de *Lingua Franca* (Prieto, 2011). MediaWiki fue el sistema escogido como entorno virtual de aprendizaje, mientras que los alumnos emplearon Google Documents, Google Forms y Google Slides, además de la propia wiki, para generar sus muestras de trabajo.

A partir de esta información de despliegue ([Tiempo I1]), fue posible lanzar la recolección automática de evidencias en cada uno de los instantes de recogida escogidos por la profesora (aproximadamente, cada dos días) ([Tiempo PM1]), e inyectarlas en una página específica⁸ del espacio MASUP en MediaWiki; a modo de gestor de portfolio. De esta forma, al finalizar cada una de las actividades de la Tabla 5.3, la profesora disponía de una página en la que recuperar la información relevante para llevar a cabo la evaluación formativa de sus alumnos (Figura 5.7).

⁸https://www.gsic.uva.es/wikis/MASUP/index.php/Collected_Evidences

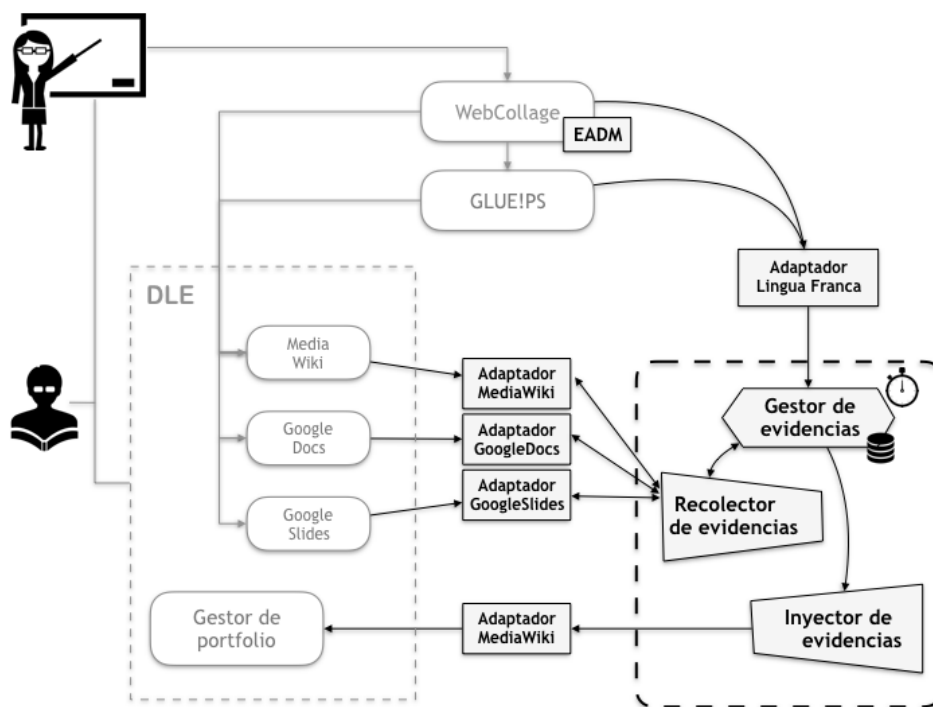
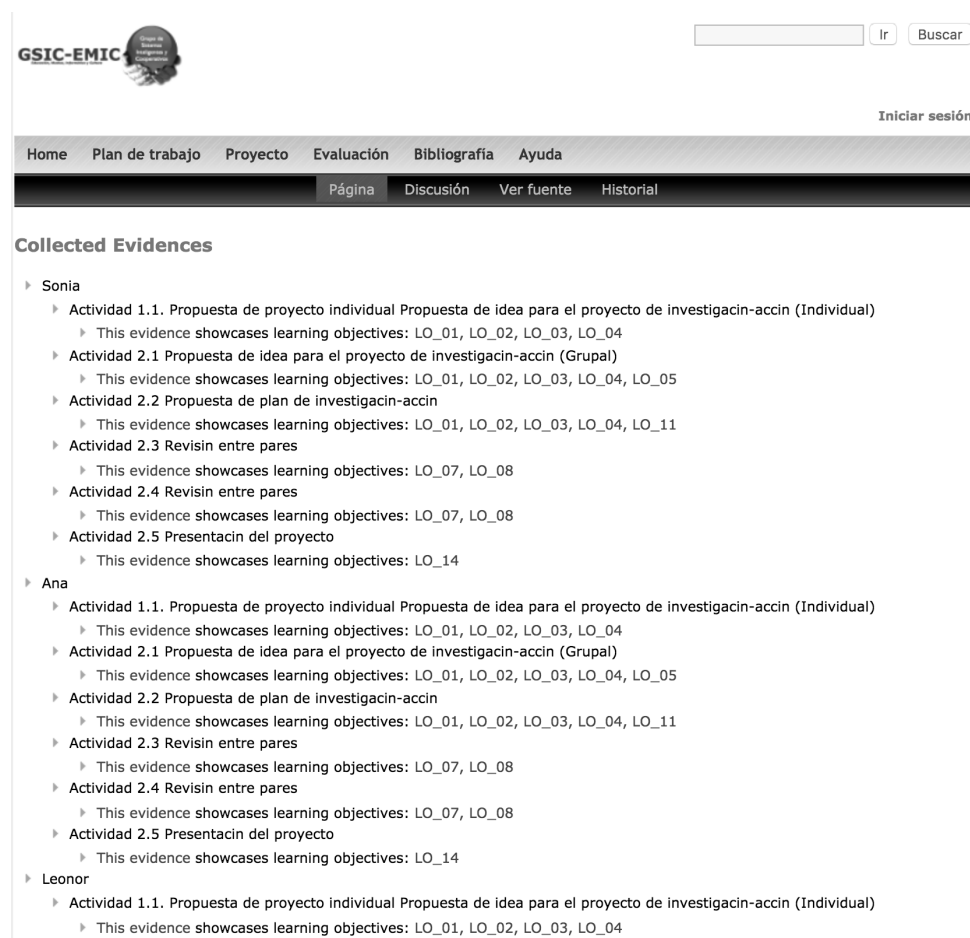


FIGURA 5.6: Prototipo implementado para el soporte de MASUP B32 con MediaWiki como gestor de portfolio

Esta decisión (usar MediaWiki como gestor de portfolio) respeta la línea de diseño decidida para esta experiencia de aprendizaje: minimizar el impacto sobre la asignatura en curso. En este caso, se escoge una plataforma ya en uso dentro de MASUP B32 para facilitar la labor de la profesora ([Tiempo PM2]), al tiempo que se valora la posibilidad de usar wikis como portafolios, tal y como se sugiere en (Schaffert *et al.*, 2006). La arquitectura del prototipo habilitado para apoyar esta experiencia se representa en la Figura 5.6. Nótese que se trata del mismo prototipo presentado anteriormente como parte de la segunda contribución de esta tesis, y descrito en la Sección 4.3.5. Se habilitan en este caso los adaptadores de MediaWiki, Google Docs y Google Slides.

Una vez terminada la asignatura, se recogió la opinión de la profesora a través de un formulario ([Cuest PM1]), que posteriormente se comentó en una sesión dedicada sobre la experiencia de evaluación ([Obs PM1]).

El análisis de los datos recogidos de esta manera se lleva a cabo una vez que la situación de aprendizaje ha finalizado. Este proceso se realiza de forma cualitativa, guiado por el diagrama descrito en la Sección 5.2. Con el objetivo de dar respuesta a las preguntas informativas evaluadas en este segundo ciclo (de acuerdo a la representación de la cobertura de evaluación de la Figura 5.2), se utilizan las propias preguntas como un primer conjunto de categorías para guiar el análisis de datos. Los resultados de este análisis se comparten y discuten con el resto de miembros del equipo de investigación involucrado en la presente tesis.



The screenshot shows a MediaWiki page with the following structure:

- Header: GSIC-EMIC logo, search bar, and "Iniciar sesión" link.
- Navigation: Home, Plan de trabajo, Proyecto, Evaluación, Bibliografía, Ayuda.
- Sub-navigation: Página, Discusión, Ver fuente, Historial.
- Section: **Collected Evidences**
- Content:
 - Sonia**
 - Actividad 1.1. Propuesta de proyecto individual Propuesta de idea para el proyecto de investigacin-accin (Individual)
 - This evidence showcases learning objectives: LO_01, LO_02, LO_03, LO_04
 - Actividad 2.1 Propuesta de idea para el proyecto de investigacin-accin (Grupal)
 - This evidence showcases learning objectives: LO_01, LO_02, LO_03, LO_04, LO_05
 - Actividad 2.2 Propuesta de plan de investigacin-accin
 - This evidence showcases learning objectives: LO_01, LO_02, LO_03, LO_04, LO_11
 - Actividad 2.3 Revisin entre pares
 - This evidence showcases learning objectives: LO_07, LO_08
 - Actividad 2.4 Revisin entre pares
 - This evidence showcases learning objectives: LO_07, LO_08
 - Actividad 2.5 Presentacin del proyecto
 - This evidence showcases learning objectives: LO_14
 - Ana**
 - Actividad 1.1. Propuesta de proyecto individual Propuesta de idea para el proyecto de investigacin-accin (Individual)
 - This evidence showcases learning objectives: LO_01, LO_02, LO_03, LO_04
 - Actividad 2.1 Propuesta de idea para el proyecto de investigacin-accin (Grupal)
 - This evidence showcases learning objectives: LO_01, LO_02, LO_03, LO_04, LO_05
 - Actividad 2.2 Propuesta de plan de investigacin-accin
 - This evidence showcases learning objectives: LO_01, LO_02, LO_03, LO_04, LO_11
 - Actividad 2.3 Revisin entre pares
 - This evidence showcases learning objectives: LO_07, LO_08
 - Actividad 2.4 Revisin entre pares
 - This evidence showcases learning objectives: LO_07, LO_08
 - Actividad 2.5 Presentacin del proyecto
 - This evidence showcases learning objectives: LO_14
 - Leonor**
 - Actividad 1.1. Propuesta de proyecto individual Propuesta de idea para el proyecto de investigacin-accin (Individual)
 - This evidence showcases learning objectives: LO_01, LO_02, LO_03, LO_04

FIGURA 5.7: Página MediaWiki presentada a la profesora, a modo de portfolio de sus alumnos en la asignatura

5.4.3 RESULTADOS

Esta sección recoge los principales resultados obtenidos de la experiencia MASUP 32, organizados de acuerdo a los tópicos de evaluación propuestos en la Sección 5.2.1.

Apoyo al diseño educativo

En relación con el apoyo al diseño educativo, la profesora conoce en ese momento la información necesaria para la consideración de evidencias de aprendizaje dentro de este diseño, tal y como quedó reflejado en las plantillas de diseño de actividades empleadas en la sesión de co-diseño [Art D1]. Para conseguir esta información, la profesora identifica que el tiempo de diseño se ve incrementado, aunque en este caso la sesión de co-diseño es rápida y sencilla (30 minutos) [Tiempo D2].

Adicionalmente, en este caso se observó un impacto positivo asociado a la necesidad de enlazar las muestras de trabajo con objetivos de aprendizaje concretos, ya que ese listado de objetivos

perseguidos tuvo que ser revisado y refinado, obteniendo un diseño más coherente, como expresó la profesora en el formulario de valoración de la sesión de co-diseño [Cuest D1]:

(...)Por ello, reflexioné sobre los objetivos de cada fase, que se reflejan en las evidencias generadas en dicha fase. Como resultado, se produjo un diseño más claro en cuanto a los objetivos buscados, y más coherente en cuanto a la relación entre objetivos y tareas a realizar por el alumnado.

Solamente se emplearon 15 minutos en esta segunda sesión de seguimiento del diseño [Tiempo D2]⁹.

Por lo tanto, la profesora de *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática* sí pudo tener en cuenta las evidencias educativas en el diseño de la situación de aprendizaje.

Apoyo al despliegue

En cuanto al soporte al despliegue, esta primera experiencia evalúa la aproximación para diferentes herramientas web 2.0 (concretamente, Google Documents, Google Slides y MediaWiki).

Un beneficio adicional descubierto al recolectar las muestras de trabajo en un instante concreto es que el profesor dispone más adelante del estado exacto del artefacto en ese momento. De acuerdo a la descripción de la profesora en la sesión de preparación de la experiencia, este mismo despliegue en otros años implicaba la sobreescritura de evidencias anteriores en iteraciones posteriores sobre el mismo documento, por lo que era difícil llevar a cabo una evaluación sumativa correcta al final de la asignatura [Ent D1].

De acuerdo a la entrevista con la profesora al final de la experiencia, se lanza un debate entre la necesidad de control de la situación de aprendizaje a través de un diseño estricto y la posibilidad de dar libertad a los alumnos para elegir sus propios medios. En el caso de MASUP B32, algunas de las presentaciones finales salieron fuera del ciclo de recolección. Esto se debió al hecho de que algunas alumnas decidieron usar Prezi como herramienta de presentación del trabajo realizado, al estar más familiarizadas con ella y considerar que ofrece más posibilidades que Google Slides (el soporte de presentación previsto por la profesora). Como respuesta ante esta situación, la profesora sugiere para futuras evoluciones de ACE la posibilidad de completar las evidencias centralizadas con *algo que me ha llegado por otro lado* [Obs E1]. Una posible alternativa es descargar esa responsabilidad en las capacidades de cada sistema de portfolio. Así, puesto que cada alumno dispone de acceso a su portfolio, serán ellos mismos quienes puedan introducir las evidencias de interés en las vistas automáticamente generadas por ACE. Nótese que, en este caso, la sobrecarga de trabajo de recolección se deriva en cierta manera al alumno. Este punto (la convivencia entre situaciones de aprendizaje con diseños estrictos y entornos de aprendizaje personalizados) se recuperará como una futura línea de trabajo en el Capítulo 6.

Apoyo a los propósitos del portfolio

Si bien se han cumplido los propósitos de almacenamiento y escaparate del portfolio, en la medida en que MediaWiki lo permite, se detecta una carencia en el uso de la información recopilada como parte del espacio de trabajo. Esto se debe, en gran medida, a la descontextualización de la evidencia una vez recogida. La profesora destaca esta falta de contexto en la entrevista final de valoración de la experiencia como la principal debilidad detectada [Cuest E1]:

⁹Se considera que [Tiempo D2] es el incremento total sobre el tiempo de diseño anterior. Es decir, 45 minutos correspondientes a las dos sesiones de Co-diseño

La información recopilada es fácil de consumir y se agradece enormemente tener todas las evidencias recopiladas de cara a la evaluación sumativa (que realizo al final de curso). Sin embargo, la pérdida de información contextual (descripción de la actividad, criterios de evaluación y agrupamientos) dificulta un aprovechamiento más eficiente.

Nótese que esto no significa una debilidad insuperable para la solución, puesto que los detalles requeridos (información de autoría, de actividad en curso...) están disponibles en todo momento, y MediaWiki dispone de la flexibilidad necesaria para mostrarlos de acuerdo a diferentes criterios.

Por esta misma razón, la profesora menciona en la entrevista de valoración final de la experiencia en relación con el tiempo ahorrado en la recolección de evidencias [Tiempo E1] que éste no ha sido demasiado relevante. La razón es la siguiente: se accede más fácilmente a la información, pero la pérdida de contexto le obliga a realizar comprobaciones adicionales que antes no tenía que hacer.

Estas debilidades encontradas en el segundo ciclo de evaluación de la tesis no parecen impedimentos irresolubles: la información de contexto requerida por la profesora se encuentra disponible a lo largo de todo el proceso, por lo que simplemente se debe visualizar en el gestor de portfolio. Siguiendo la filosofía iterativa de la metodología DSRM, esta idea se recupera y apoya en el tercer ciclo de evaluación de esta tesis, enriqueciendo las evidencias educativas presentadas al profesor con la información de contexto de las mismas.

5.5 CICLO 3:

EVALUACIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE EPORTFOLIOS EN DLES

Partiendo de los resultados obtenidos en el segundo ciclo de evaluación sobre la asignatura *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática*, las siguientes experiencias de evaluación planteadas pretenden extender en la medida de lo posible la cobertura de casos de uso de recolección de evidencias educativas en entornos distribuidos (diferentes herramientas educativas y gestores de portfolio, nuevos contextos, número de alumnos variable, ...). El prototipo utilizado incorpora las mejoras funcionales identificadas en el ciclo anterior, con el fin de evaluar tanto el modelado de evidencias educativas como su recolección automática, de acuerdo a la cobertura propuesta en la Figura 5.2 para este tercer y último ciclo. De esta manera, se consideran incluidas en este tercer ciclo DSRM la puesta en marcha de las siguientes asignaturas:

- *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática*, usando Mahara como gestor de portfolio (MASUP B32)
- *Organización del territorio I*, usando MediaWiki como gestor de portfolio (OT1)
- *Educación para la salud*, usando MediaWiki como gestor de portfolio (EPS)
- *Radiodeterminación*, usando MediaWiki como gestor de portfolio (RW)

En el caso de las dos primeras asignaturas, la evaluación será auténtica, puesto que se involucrará a los profesores en la utilización de las contribuciones de esta tesis en todas las fases del ciclo de vida de sus situaciones de aprendizaje. Por el contrario, la evaluación de las dos últimas asignaturas se centrará en la recolección de las muestras de trabajo y su utilización en

el *assessment* de los alumnos. Esto se debe a que estas situaciones de aprendizaje ya estaban diseñadas e instanciadas en el momento de contactar a los profesores titulares. Por ello, la autora de esta tesis completará los formularios de co-diseño EADM en lugar del profesor en esos dos casos.

TABLA 5.4: Asignaturas incluidas en el tercer ciclo de evaluación

	OT1	MASUP Mahara	EPS	RW
<i>Titulación</i>	Grado en Geografía	Máster en Educación	Grado en Enfermería	Grado en Ingeniería de Telecomunicaciones
<i>Número de alumnos</i>	11	14	120	45
<i>Patrón educativo</i>	Jigsaw	Pirámide	Pirámide	Pirámide
<i>VLE</i>	Moodle	MediaWiki	Moodle	Moodle
<i>Herramientas externas</i>	Google Docs Google Slides	Google Docs Google Slides MediaWiki	Google Docs	Google Docs Google Draws Matlab
<i>Portfolio</i>	MediaWiki	Mahara	MediaWiki	MediaWiki

La Tabla 5.4 recoge las principales características de las cuatro asignaturas involucradas en el tercer ciclo de la presente tesis. Conviene destacar que todas estas asignaturas se consideran parte de la misma experiencia de evaluación, por lo que los datos recogidos en cada una de ellas se agregan y analizan para presentar los resultados de la Sección 5.5.3. En el primer caso, la aplicación de Mahara en lugar de MediaWiki a la asignatura MASUP B32 comparte una gran parte de la narrativa de la sección anterior, por lo que se considera redundante incluirla en el hilo principal de esta memoria de tesis. De la misma forma, la puesta en marcha de las experiencias EPS y RW tiene varias semejanzas con OT1. Por estos dos motivos, se prefiere profundizar en Organización del Territorio I y, por facilidad de lectura de esta memoria, reservar la descripción detallada del resto de asignaturas a los Apéndices B, C y D.

Con respecto a los casos descritos hasta el momento (ISS y MASUP B32), *Organización del Territorio I* ofrece, por una parte, la utilización de un nuevo VLE, Moodle¹⁰. Por otra, la aplicación de entornos distribuidos en un contexto diferente y con un profesor distinto, perteneciente a la Facultad de Geografía. Adicionalmente, el patrón de diseño educativo es, también, más complejo que en los casos anteriores, al tratarse de un *jigsaw* o puzzle colaborativo (Hernández-Leo *et al.*, 2006).

Así, se mantiene la relación con los objetivos propuestos en la Sección 1.2:

1. *Ayudar al profesor a identificar evidencias educativas relevantes durante el proceso de diseño de situaciones de aprendizaje*
2. *Evitar la sobrecarga de trabajo asociada a la dispersión de evidencias educativas*

5.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

¹⁰<https://moodle.org/>

Ordenación del Territorio I es una asignatura del tercer curso del *Grado en Geografía y Ordenación del Territorio* de la Universidad de Valladolid¹¹, con un carácter básicamente teórico y metodológico, que pone las bases para otras asignaturas tanto de ese curso como de cuarto¹².

Hasta este curso, el diseño educativo desplegado se basaba en el trabajo individual de cada alumno a lo largo de toda la asignatura. Así, se apoyaban objetivos educativos como recopilar las fuentes de investigación básicas y más relevantes para el trabajo geográfico, elaborar un inventario de recursos territoriales, jerarquizar los elementos que componen el capital territorial de un ámbito concreto o discriminar recursos apropiados para una estrategia de marketing territorial.

Sin embargo, motivado por la participación en un taller de aprendizaje colaborativo apoyado por tecnología, el profesor titular de *Ordenación del Territorio I* decide poner en marcha una situación de aprendizaje basada en la particularización de un patrón colaborativo más complejo. Así, aparecen objetivos educativos adicionales, derivados de la interacción entre los alumnos: consensuar una marca territorial, evaluar críticamente una propuesta de marca territorial, aprovechar la realimentación para mejorar el trabajo realizado y defender públicamente la marca territorial generada.

De esta forma, se combina un patrón *jigsaw* con una revisión entre pares, de acuerdo a la secuencia de actividades detallada en la Tabla 5.5.

Desde un punto de vista técnico, la situación de aprendizaje está apoyada por Moodle¹³ como Entorno Virtual de Aprendizaje, que contendrá la secuencia de actividades a realizar, las instrucciones para los alumnos, así como la distribución en grupos y los cruces para la revisión entre pares. Durante la fase de recopilación de fuentes de investigación, se permitirá al alumno emplear todas las herramientas a su alcance. Esta actividad no generará una evidencia educativa. Sí que resulta de interés, sin embargo, la recopilación del alumno en GoogleDocs¹⁴ de los recursos territoriales, con el fin de valorar sus capacidad de síntesis y análisis.

La síntesis de las 4 variables o recursos territoriales más relevantes, acordada por cada pareja de expertos, alimentará el debate grupal que culminará con una jerarquización de los recursos territoriales inventariados. Las conclusiones de este debate se volcarán en un documento resumen sobre Google Docs. En base a las conclusiones de la jerarquización, cada grupo escogerá el recuso territorial óptimo para el desarrollo de una acción de marketing, que será reflejada en el informe de marca territorial desarrollado en Google Docs como resultado final de la actividad. El contenido de este documento será revisado y sujeto a realimentación por parte de sus compañeros, de nuevo a través de Google Docs.

Finalmente, cada grupo de 5 alumnos elaborará una presentación final de la marca territorial usando Google Slides¹⁵, que será defendida oralmente delante de toda la clase.

Esta asignatura se puso en marcha con una matrícula de 11 alumnos, de forma que el planteamiento explicado genera 22 documentos en Google Docs y 2 presentaciones en Google Slides, que deben ser recolectadas y evaluadas por su único profesor.

5.5.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

¹¹<http://www.gradogeografia.com/>

¹²Descripción de la asignatura según su profesor titular

¹³<https://moodle.org/>

¹⁴<https://docs.google.com/>

¹⁵<https://www.google.com/slides>

TABLA 5.5: Plan de actividades en Organización del Territorio I

Actividad	Descripción	Autoría	Herramienta
1.1.1	Recopilación de las fuentes de investigación básicas	Individual	<i>A elección del alumno</i>
1.1.2	Elaboración de un inventario de recursos territoriales para cada una de las variables seleccionadas	Individual	GoogleDocs
1.2.1	Síntesis del inventario de recursos territoriales, resumido en las 4 variables o recursos más relevantes	Parejas	GoogleDocs
1.3.1	Debate en los 2 equipos de investigación de los resultados de los expertos	Grupo de 5	-
1.3.2	Jerarquización de los recursos territoriales del inventario territorial	Grupo de 5	-
1.3.3	Elaboración de un documento-resumen de inventario territorial	Grupo de 5	GoogleDocs
1.3.4	Selección de 8 componentes adecuados para formar parte de una marca territorial	Grupo de 5	-
1.3.5	Elección del recurso considerado óptimo para desarrollar una acción de marketing territorial	Grupo de 5	-
1.3.6	Elaboración de un informe sobre la marca territorial desarrollada	Grupo de 5	GoogleDocs
2.1.1	Revisión de la marca territorial del otro equipo de trabajo	Grupo de 5	-
2.1.2	Elaboración un informe de revisión del trabajo del otro grupo	Grupo de 5	GoogleDocs
2.2.1	Revisión y discusión de los informes de revisión elaborados por los dos equipo	Grupo de 5	-
2.3.1	Mejora el trabajo a partir de la discusión realizada	Grupo de 5	GoogleDocs
2.3.2	Presentación la marca territorial	Grupo de 5	GoogleSlides

De manera similar a la detallada en el ciclo anterior, la evaluación de las contribuciones de esta tesis en el tercer ciclo de evaluación sigue las pautas generales a este trabajo de investigación descritas en la Sección 5.2. Cabe destacar que, en este caso, se agregan datos correspondientes a la puesta en marcha en 4 escenarios diferentes: la aplicación de Mahara como gestor de portfolio en la asignatura ya empleada en el segundo ciclo (*Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática* - MASUP 32), junto con tres nueva asignaturas (*Organización del Territorio I* - OT1, *Educación para la Salud* - EPS y *Radiodeterminación* - RW).

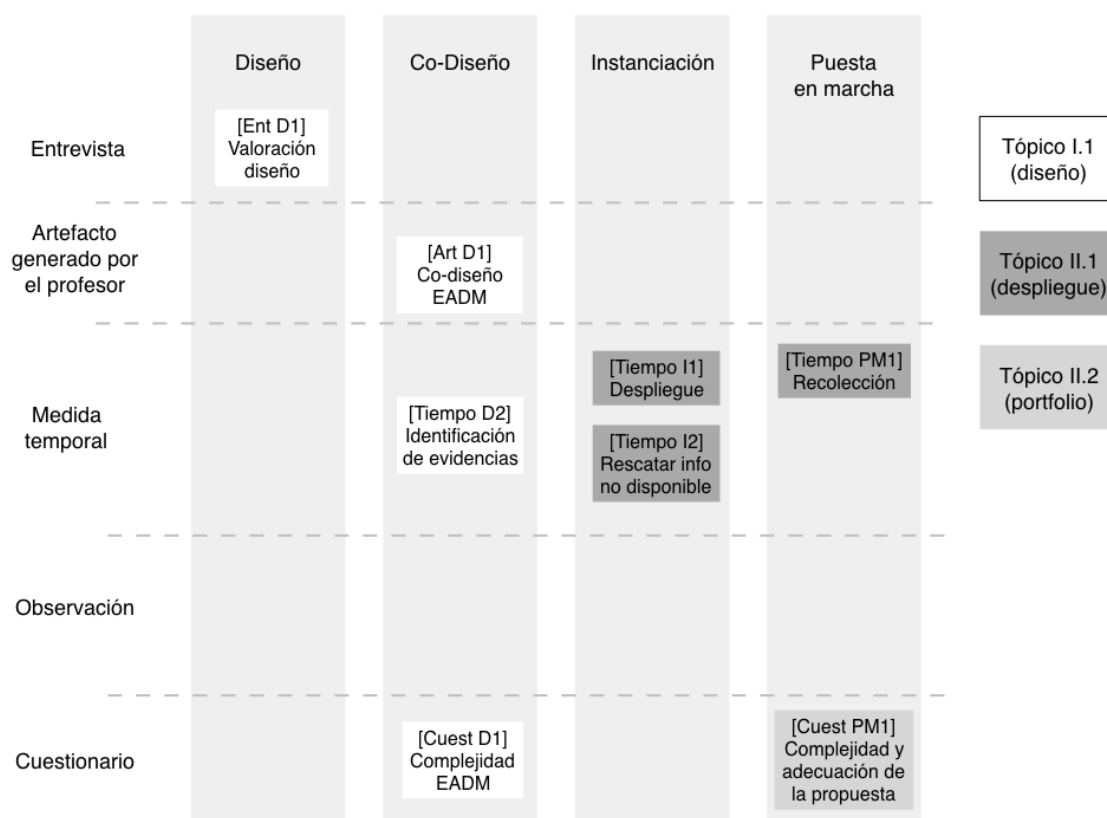


FIGURA 5.8: Recopilación de datos durante la experiencia de evaluación OT1

La Figura 5.8 recoge las técnicas, fuentes y momentos empleados en la recogida de datos para la evaluación de la asignatura OT1, descrita a lo largo de esta sección. El equivalente para el resto de asignaturas pueden consultarse en el apéndice correspondiente: Figura B.2 para MASUP 32 en el Apéndice B, Figura C.2 para EPS en el Apéndice C y Figura D.2 para RW en el Apéndice D. De la misma forma, se detalla a continuación el proceso de recogida de datos para el caso de OT1 utilizando los identificadores de la Figura 5.8, y se anima al lector a consultar los citados apéndices para una descripción detallada del resto de escenarios.

Dentro del proceso reflexivo de diseño de la situación de aprendizaje, se propone al profesor la aplicación del modelo de diseño educativo EADM (Evidence-Aware Design Model), a través de

FORMULARIO DE ACTIVIDAD PARA LA GESTIÓN DE EVIDENCIAS EDUCATIVAS

Angélica Lozano Álvarez (angélica@gsic.uva.es)

Descripción General de la Actividad					
Nombre de la actividad:	JIGSAW Fase Jigsaw				
Comienzo: (DD/MM/YYYY)	01/12/2015	Fin: (DD/MM/YYYY)	10/12/2015		
Produce Evidencias: (sí / no)	Sí				
Herramientas, autoría e información adicional sobre las evidencias					
Nombre	Herramienta	Autoría (individual / grupo)	Objetivos educativos	¿Debería recogerse como evidencia?	
				(sí/no)	¿Cuándo?
Debate en los 2 equipos de investigación de los resultados de los expertos	Presencial	Grupo de 5		no	
Jerarquización de los recursos territoriales del inventario territorial	Google Documents	Grupo de 5		no	
Elaboración de un documento-resumen de inventario territorial	Google Documents	Grupo de 5	LO-02 LO-03 LO-04	yes	
Selección de 8 componentes adecuados para formar parte de una marca territorial	Google Documents	Grupo de 5	LO-04 LO-05 LO-06	no	

FIGURA 5.9: Formulario de co-diseño correspondiente a la fase *jigsaw*

sencillos formularios¹⁶ que animan al docente a reflexionar sobre la finalidad de cada actividad propuesta (es decir, los objetivos educativos a los que responde esa actividad), la herramienta que se empleará en su ejecución y la relevancia del artefacto generado en la misma, entendida como la capacidad de esa muestra de trabajo para demostrar un avance en el proceso de aprendizaje del alumno ([Art D1]). La Figura 5.9 incluye el modelado de una de las fases de esta asignatura (*jigsaw*) usando los formularios de co-diseño EADM.

Una vez recogida esta información, se lleva a cabo una entrevista con el profesor, en la que se revisa tanto este proceso de diseño como la posibilidad de habilitar la recolección automática de evidencias durante la ejecución de la situación de aprendizaje ([Obs D1], [Obs D2]).

Finalmente, y de manera paralela¹⁷ a la ejecución de la asignatura, se explota la información de despliegue disponible para recopilar las evidencias de forma automática y presentar los resultados al profesor centralizados en MediaWiki a través del prototipo presentado en el Capítulo

¹⁶Ver Apéndice A

¹⁷La asignatura tiene lugar con normalidad, independientemente del experimento de evaluación de esta tesis

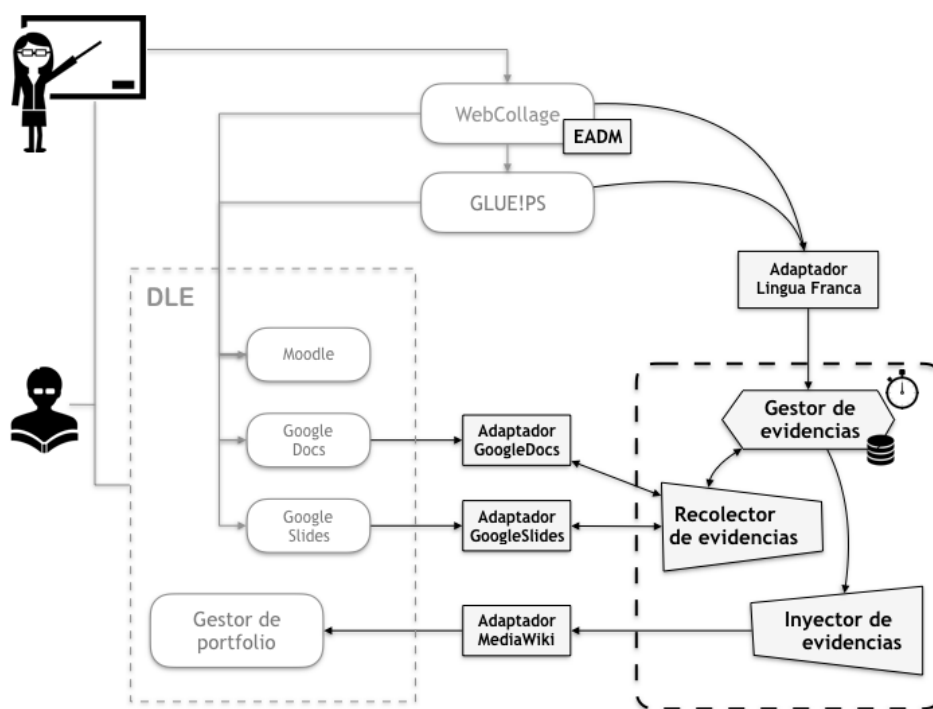


FIGURA 5.10: Prototipo implementado para el soporte de la experiencia de evaluación OT1

4. La Figura 5.10 muestra los adaptadores habilitados para apoyar esta situación de aprendizaje (Google Docs, Google Slides y MediaWiki). La valoración del profesor de la presentación de final la información se recoge través de un formulario web ([Cuest E1]), recogido en el CD con contenido adicional depositado junto con esta memoria de tesis.

Estos métodos de recogida de datos se repiten en todas las asignaturas involucradas en la experiencia de evaluación correspondiente al tercer ciclo DSRM de esta tesis. El análisis de los datos recogidos de esta manera se lleva a cabo una vez que las situaciones de aprendizaje han finalizado. Al igual que en ciclos anteriores, este proceso se realiza de forma cualitativa, guiado por el diagrama descrito en la Sección 5.2. Con el objetivo de dar respuesta a las preguntas informativas evaluadas en este tercer ciclo (de acuerdo a la representación de la cobertura de evaluación de la Figura 5.2), se utilizan las propias preguntas como un primer conjunto de categorías para guiar el análisis de datos. Los resultados de este análisis se comparten y discuten con el resto de miembros del equipo de investigación involucrado en la presente tesis.

5.5.3 RESULTADOS

Esta sección recoge los principales resultados obtenidos en las diferentes experiencias de este tercer ciclo de evaluación, organizados de acuerdo a los tópicos de evaluación propuestos en la Sección 5.2.1. Se detalla entre corchetes el origen de los datos presentados, de acuerdo a las fuentes especificadas en las Figuras 5.8, B.2, C.2 y D.2. Para ello, se utilizará el acrónimo de cada

asignatura seguido de una etiqueta que combina la técnica empleada y el instante de recogida. Así, por ejemplo, [OT1 - Ent D1] identifica la primera entrevista realizada durante el diseño de *Organización del Territorio I* mientras que [RW - Tiempo PM1] marca la primera medida temporal realizada durante la puesta en marcha la situación de aprendizaje *Radiodeterminación*.

Apoyo al diseño educativo

A diferencia del ciclo anterior, en este tercer ciclo la relación explícita entre evidencias educativas y objetivos de aprendizaje se realizó durante el proceso de diseño completo de la asignatura. Por esta razón, es difícil extraer el tiempo concreto que supuso para el profesor la aplicación de EADM (*Evidence Aware Design Model*). Como contrapartida positiva, la toma de decisiones relativas a las evidencias educativas se integró de forma natural dentro de ese proceso de diseño completo de la situación de aprendizaje realizado por el profesor ([OT1 - Art D1]).

Cabe destacar, sin embargo, que el profesor afirma que una de las partes más complejas del diseño fue, precisamente, el establecimiento de estas relaciones explícitas ([OT1 - Obs D2]). Esto se debe, en palabras de el profesor, a que le obligó a *reflexionar mucho sobre la experiencia y su propio diseño*. En general, el profesor valora este hecho como *muy positivo* ([OT1 - Obs D2]).

Resulta mucho más clara la relación entre las tareas que se piden y los objetivos que se han planteado para cada una, de tal forma que es más sencillo plantear items más objetivos para la evaluación de las evidencias ([OT1 - Cuest E1])

Apoyo al despliegue

En cuanto al soporte al despliegue, esta experiencia añade nuevos elementos sobre el entorno distribuido del segundo ciclo: Google Draws y Mahara. La arquitectura de recolección de herramientas cumplió sus objetivos también en esta configuración.

A pesar de que el número de alumnos no es elevado para *Organización del Territorio I*, se pone de manifiesto la importancia de apoyar al profesor en la recopilación de muestras de trabajo, puesto que, de acuerdo a ese profesor, la gestión manual no escala cuando el número de alumnos aumenta ([OT1 - Obs D1]):

En el proyecto trabajaban 11. Era un número muy controlado, pero si fueran 45, que tengo en Arte, esto empieza a ser una locura.

Concretamente, el profesor de OT1 estima que dedica en torno a 5 o 10 minutos en la recuperación de cada muestra de trabajo ([OT1 - Cuest E1]), por lo que la recolección automática está ahorrando, en este caso, entre 55 y 110 minutos.

En el caso de *Educación para la salud*, con un número de alumnos más elevado, se confirma la necesidad que sienten los docentes de dar soporte a esta actividad.

Es muy farragoso ir estudiante por estudiante y reunir toda la información.
([EPS - Cuest E1] - B)

Ambos profesores de EPS consideran que la solución facilita su labor, debido al gran número de alumnos que tienen ([EPS - Cuest E2] - A, [EPS - Cuest E2] - B). Estiman que, de manera regular, dedican más de 15 minutos por alumno a acceder a las muestras de trabajo que permiten

su evaluación. Esto significa que la aplicación de ACE ahora potencialmente horas de trabajo a los profesores.

Por el contrario, en el caso de Radiodeterminación, tanto el número de evidencias a recopilar (un póster) como de alumnos (13) no es elevado, por lo que la puesta en marcha de la solución no es muy relevante en este caso. Se valora positivamente la ordenación de la información, pero no tiene impacto en la carga de trabajo de recopilación.

Pues la verdad es que no me costó mucho este año...quizás al ser pocos alumnos y al ser una actividad tan sencilla, que genera pocas evidencias, la cosa se simplifica mucho. Creo que en mi caso la recolección automática de evidencias no supone mucha ventaja. No obstante, si se tuvieran muchas actividades o muchos alumnos (o ambas cosas) creo que el tener todas las evidencias juntas y ordenadas facilita las cosas. ([RW - Cuest E1])

Apoyo a los propósitos del portfolio

En general, los profesores consideran que la información presentada es suficiente para la evaluación de sus alumnos ([OT1 - Cuest E1], [MASUP - [Cuest E2]]): encuentran allí tanto todas las evidencias que necesita como la información de contexto (autoría, actividad, objetivos...) que necesita. Así, la centralización de las muestras de trabajo generadas consigue cumplir los propósitos del portfolio digital como almacén y escaparate de las capacidades adquiridas por sus alumnos.

Adicionalmente, desde el punto la profesora de MASUP 32 afirma que la información mostrada es adecuada para la realización de la evaluación sumativa ([MASUP - Cuest E2]) y sugiere que el punto de entrada hacia las evidencias sea doble: no sólo a nivel de alumno, sino desde el punto de vista del grupo. De esta manera, el profesor puede escoger en cada momento cómo enfrentarse a las muestras de trabajo que debe evaluar.

Por otra parte, esta misma profesora considera que Mahara es una herramienta muy adecuada para la evaluación formativa, ventajosa con respecto a MediaWiki¹⁸ por las siguientes razones ([MASUP - Cuest E2]):

- *Las evidencias están explícitamente asociadas a cada participante en Mahara, ya que se pueden buscar según dicho participante, etc.*
- *Mahara incluye mecanismos para dar realimentación y para subir ficheros (que pueden ser los comentados).*
- *Da más confianza que la wiki, ya que la wiki puede ser editada por error y perderse las evidencias en algún momento.*

Por último, llama la atención de la profesora la capacidad de envío de mensajes dentro de Mahara ([MASUP - Obs E2]), puesto que es algo que tuvo que realizar en la vida real durante la ejecución de la asignatura. Se abre así una línea colateral de explotar el portfolio como canal de comunicación entre profesores y alumnos, dentro de su faceta de espacio de trabajo.

¹⁸Se recuerda en este punto que esta profesora ha vivido las dos experiencias: MediaWiki como gestor de portfolio en el segundo ciclo de evaluación, sustituido por Mahara en este tercero

Llama la atención el caso de *Educación para la salud*, en el que ambos profesores exponen opiniones encontradas, puesto que uno de ellos considera que dispone de toda la información necesaria para evaluar a sus alumnos ([EPS - CuestE1] - A), mientras que el segundo considera que faltan datos ([EPS - CuestE1] - B). Se considera que esta disonancia se debe al hecho de no haber involucrado a los profesores en la fase de diseño usando EADM, sino que la autora de esta tesis interpretó la información disponible en su diseño original. Este hecho pone de manifiesto la necesidad de involucrar a los profesores desde el comienzo de cualquier experiencia de evaluación, con el fin de no sesgar ni el experimento ni sus resultados.

De forma similar, la profesora de *Radiodeterminación* detecta una carencia en la explotación de los propósitos de portfolio: la información recopilada no es suficiente. La primera de las actividades de clase es la valoración de los pósteres realizados por el resto de compañeros. Estos comentarios deben recogerse y forman parte de las muestras de trabajo relevantes para cada alumno. Se asocia esta carencia en la recolección al hecho de no haber involucrado a María en la etapa de diseño EADM. Esta recolección adicional habría resultado de mucha utilidad para la profesora, puesto que identificó un problema de gestión de la autoría de los comentarios:

Uno de los problemas que me encontré fue que algunos alumnos no añadieron sus nombres a los comentarios y tuve que insistirles en que los incluyeran para poder evaluar esta parte. ([RW - Cuest E1])

Se recuerda que el guiado de la recolección automática de información en los escenarios EPS y RW se realiza en base a una interpretación de la autora de esta tesis del diseño educativo existente para cada asignatura. De estos resultados se concluye que no toda la información relevante para el *assessment* formativo estaba reflejada en esos diseños. Se confirma, por lo tanto, la motivación de la primera de las contribuciones de esta tesis: la necesidad de involucrar al profesor en el modelado de evidencias educativas desde el diseño de la situación de aprendizaje, con el fin de sacar el máximo partido posible a la recolección y centralización de muestras de trabajo dispersas.

5.6 DISCUSIÓN

A lo largo de las secciones anteriores se han presentado los tres ciclos de evaluación llevados a cabo durante el desarrollo de esta tesis doctoral. En cada caso, y con la finalidad de facilitar la claridad en la lectura de este capítulo, se elige el caso más representativo para cada uno de ellos:

1. El modelado de Evidencias Educativas se evalúa mediante su aplicación a la asignatura *Ingeniería de Sistemas Software* (ISS)
2. La recolección de muestras de trabajo heterogéneas de diferentes plataforma es el objetivo de la experiencia de evaluación sobre la asignatura *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática* (MASUP B32)
3. La integración de ePortfolios en diferentes contextos educativos distribuidos es el objetivo de la utilización de la solución propuesta en *Organización del territorio I* (OT1)

Sin embargo, como parte del tercer ciclo, se añaden otras experiencias de evaluación en diferentes asignaturas de la Universidad de Valladolid, con el fin de completar la cobertura del

diseño de evaluación presentado en la Sección 5.2. La descripción de estas experiencias adicionales se reserva para los apéndices, por simplicidad en la lectura de esta memoria:

- *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática* sobre Mahara (Apéndice B)
- *Educación para la salud* (Apéndice C)
- *Radiodeterminación* (Apéndice D)

Esta sección pretende combinar todos estos casos y fuentes de datos para poder presentar de manera más global las principales conclusiones extraídas de las experiencias de evaluación realizadas. Por lo tanto, se tendrán en cuenta todas ellas en relación con las lecciones aprendidas de cada experiencia de evaluación sobre las diferentes preguntas informativas planteadas al comienzo de este capítulo. La Tabla 5.6 enumera estas lecciones aprendidas en forma de respuesta a las preguntas informativas planteadas (cuyo código aparece en la primera columna a la izquierda).

TABLA 5.6: Lecciones aprendidas de las preguntas informativas en las diferentes experiencias de evaluación

		ISS	MASUP B32	OT1	EPS	RW
Topic I.1	Apoyo al diseño					
IQ I.1.1	El profesor tiene en cuenta las evidencias que se generarán a lo largo de una situación de aprendizaje durante el diseño de la misma estableciendo una relación explícita entre muestras de trabajo y objetivos de aprendizaje					
IQ I.1.2	Parte de la información necesaria para la recolección automática de evidencias está disponible durante el diseño de la situación de aprendizaje, aunque necesita ser completada con información de instanciación					
IQ I.1.3	El tiempo de diseño se ve ligeramente incrementado, pero la carga cognitiva del diseño es mayor por la necesidad de reflexión del profesor para obtener un diseño coherente					
IQ I.1.4	EADM consigue que el profesor llegue a diseños más coherentes					
Topic II.1	Apoyo al despliegue					
IQ II.1.1	No es necesario reservar en el gestor de portfolio el espacio necesario para la posterior inyección de evidencias educativas					
IQ II.1.2	La consideración de evidencias educativas no tiene impacto en el despliegue de DLEs					
IQ II.1.3	ACE es capaz de apoyar múltiples herramientas de autoría					
IQ II.1.4	ACE es capaz de apoyar múltiples entornos virtuales de aprendizaje					
IQ II.1.5	ACE es capaz de apoyar múltiples herramientas web 2.0					
IQ II.1.6	ACE es capaz de apoyar múltiples gestores de portfolio					
IQ II.1.7	El profesor utiliza los VLEs y herramientas con normalidad tras la inclusión de ACE					
IQ II.1.8	La carga de trabajo del profesor en la recolección de evidencias disminuye gracias a ACE					
Topic II.2	Apoyo al portfolio					
IQ II.2.1	Es posible reunir todas las evidencias recolectadas en el gestor de portfolio					
IQ II.2.2	La información de autoría (individual/grupal) de las evidencias se respeta					
IQ II.2.3	El profesor obtiene en el portfolio la mayoría de la información especificada durante el diseño					
IQ II.2.4	ACE permite al profesor percibir los beneficios del uso de ePortfolios					

Con respecto al primer objetivo parcial planteado en esta tesis (*Ayudar al profesor a identificar evidencias educativas relevantes durante el proceso de diseño de situaciones de aprendizaje*), los resultados del proceso investigador sugieren que el modelo de diseño educativo orientado a evidencias (EADM - *Evidence Aware Design Model*) ayuda a los profesores a alcanzar diseños más coherentes, gracias al establecimiento de relaciones explícitas entre muestras de trabajo relevantes y los objetivos educativos que persiguen. Este hecho fue especialmente relevante en el segundo ciclo de investigación, en el que la profesora decidió revisar los objetivos de aprendizaje de su diseño antes de ponerlo en marcha, como consecuencia de la sesión de co-diseño usando EADM. El tiempo asociado a esta reflexión adicional no es elevado, pero sí se percibe una cierta dificultad cognitiva por tratarse de una nueva consideración sobre el diseño de cada situación de aprendizaje, tal y como manifestó el profesor de OT1 en el tercer ciclo de evaluación. Por otra parte, desde un punto de vista instrumental para los objetivos de esta tesis, se detecta que no toda la información necesaria para la recolección de evidencias educativas está disponible durante la fase de diseño. Será posible especificar la ubicación concreta de las muestras de trabajo, así como el instante de recogida, durante la instanciación de la situación de aprendizaje, lo que apoya la necesidad de considerar las evidencias educativas durante todo el ciclo de vida de misma.

Por otra parte, sobre el segundo objetivo parcial de este trabajo de tesis (*Evitar la sobrecarga de trabajo asociada a la dispersión de evidencias educativas*), el proceso de investigación recoge información de acuerdo a dos tensiones: el apoyo al despliegue y el apoyo a los propósitos del portfolio. Los resultados obtenidos sugieren que no existe impacto en el despliegue del entorno distribuido de aprendizaje como consecuencia de la utilización de la arquitectura para la recolección automática de evidencias educativas (ACE - *Automatic Evidence Collection*). Es decir, la instanciación de herramientas y DLEs continúa realizándose de la misma manera. En ninguna de las experiencias llevadas a cabo en los tres ciclos de evaluación fue necesario configurar previamente el gestor de portfolio con información específica de la actividad a realizar. El diseño de ACE en base al patrón adaptador permitió la conexión de diferentes herramientas web 2.0 en cada uno de los ciclos de evaluación, así como dos gestores de portfolio diferentes (Mahara y MediaWiki). Como consecuencia de este despliegue técnico, las muestras de trabajo son centralizadas en el gestor de portfolio, lo que se valora por los profesores de los ciclos de evaluación segundo y tercero como una disminución en el tiempo de acceso a los artefactos a evaluar y, por lo tanto, una disminución en su carga de trabajo.

A la vista de la información de cobertura de la Tabla 5.6, llama la atención que dos de las preguntas informativas no se han cubierto en ninguna de las experiencias. Concretamente, IQ II.1.3 e IQ II.1.4, referentes a la capacidad de la solución para apoyar diversas herramientas de autoría y entornos virtuales de aprendizaje.

Este hecho es consecuencia de la utilización de la Lingua Franca, el estándar de representación de despliegues en GLUE!PS (Prieto, 2012), como modelo de datos subyacente al núcleo de la arquitectura ACE. Este motor de instanciación (GLUE!PS) resuelve el problema de conexión con múltiples herramientas de autoría y el despliegue de estos diseños en múltiples entornos virtuales de aprendizaje. De esta forma, al desarrollar un adaptador de Lingua Franca, la solución propuesta hereda las capacidades de este sistema, y no es evaluado específicamente en ninguna de las asignaturas involucradas en esta evaluación. Las modificaciones que fue necesario realizar sobre esta Lingua Franca identifican algunos artefactos como evidencias educativas, especificar qué objetivos educativos demuestran y añadir el instante de recogida (ver Sección 4.3.3).

Finalmente, con respecto al apoyo a los propósitos del portfolio, el resultado mostrado en

los diferentes gestores de portfolio respeta la información de contexto (autoría, procedencia, objetivos de aprendizaje demostrados...) esperada por los profesores, aspecto percibido por los mismos como una ayuda a la provisión de *assessment* formativo. Varios profesores¹⁹ sugieren una visualización por grupos, en lugar de por alumno, para evitar duplicados o evaluar por error dos veces la misma evidencia. Este problema se limita a una mejor elección de la visualización de los datos, puesto que el modelo utilizado contiene la información necesaria para llevar a cabo este cambio. Asimismo, es importante mantener la información de contexto, como un enlace con la actividad en la que se generó esa muestra de trabajo; o una relación explícita con las rúbricas y hojas de evaluación. Todos estos comentarios hacen referencia a conceptos que se consideran fuera del alcance de la presente tesis, pero son indicativos de que la solución es utilizable y los profesores ven rápidamente su aplicación en sus asignaturas.

De manera global, se concluye que la solución cumple las expectativas funcionales de los profesores, ya que todos ellos afirman que les gustaría disponer de ella para futuras puestas en marcha de sus asignaturas con soporte tecnológico. De esta manera, podría afirmarse que la utilización de EADM durante el diseño de la situación de aprendizaje y ACE durante las fases de instanciación y puesta en marcha apoya a los profesores en la recolección de evidencias educativas, con el fin de facilitar la explotación de los beneficios de los portfolios digitales en entornos tecnológicamente heterogéneos y distribuidos, dando respuesta a la pregunta de investigación planteada al comienzo del capítulo.

De acuerdo a las pautas de investigación interpretativa respetadas en este proceso de evaluación, no es posible generalizar los resultados a cualquier situación de aprendizaje de manera global. Por ejemplo, los profesores participantes en las experiencias de evaluación tenían diferentes niveles de formación en diseño educativo y despliegue de situaciones de aprendizaje apoyado por tecnología, pero en cualquier caso estaban familiarizados con los términos, ventajas y limitaciones de este tipo de enfoques. Las asignaturas analizadas pertenecen todas al ámbito de la Educación Superior Universitaria, y, salvo en el caso de *Educación para la Salud* con 120 alumnos, no presentan clases demasiado numerosas. Sí sería razonable extrapolar los resultados, sin embargo, a escenarios en los que el profesor decide apoyar una situación de aprendizaje determinada en múltiples herramientas distribuidas, para lo que realiza un diseño educativo que hace explícitas sus decisiones pedagógicas. Este enfoque tiene algunas limitaciones.

Todos los profesores mencionan en un momento u otro que la puesta en marcha de actividades educativas en entornos tecnológicos distribuidos supone una sobrecarga cognitiva, puesto que su propia curva de aprendizaje en el uso y aplicación de las herramientas web 2.0 hace que, en ocasiones, abandonen la práctica novedosa para volver a configuraciones conocidas. El hecho de que ACE conecte estas plataformas y evite al profesor la necesidad de saber cómo recuperar la muestra de trabajo en cada caso es valorado de forma positiva, pero no resuelve esta limitación por completo.

Por este motivo, los beneficios de la utilización de EADM y ACE no se consideran demasiado relevantes cuando el número de muestras de trabajo y/o el número de alumnos no es elevado. En estos casos, la solución propuesta se limita a ser una alternativa en la visualización de los datos, lo que presenta algunas ventajas, así como algunas oportunidades de mejora²⁰.

¹⁹En *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática* y en *Organización del territorio I*

²⁰Caso Radiodeterminación, descrito en el Apéndice D

Por otra parte, es necesario mencionar que todos estos profesores parten de diseños educativos formales. Tal y como se reflejó en el Capítulo 2 de esta memoria, el *Learning Design* forma parte del contexto de investigación de la tesis, pero cabe resaltar en este punto que es una premisa necesaria para poder apoyar al profesor mediante soluciones tecnológicas que alivien su trabajo. Esta necesidad de disponer de una representación computacional de las ideas del docente ya se ha explotado con éxito en la orquestación de entornos de aprendizaje distribuido, por lo que se aplica en esta tesis a la integración de portfolios digitales en este tipo de entornos. Cabe destacar, adicionalmente, que el modelado de evidencias educativas propuesto (EADM) pretende en primera instancia que el profesor haga explícitas las relaciones entre muestras de trabajo y objetivos de aprendizaje, con el fin de conseguir una evaluación formativa más coherente (independientemente de su posterior representación computacional).

5.7 CONCLUSIONES

Este Capítulo describe las seis experiencias de evaluación realizadas en asignaturas de la Universidad de Valladolid con el objetivo de validar el modelo y sistemas descritos en los Capítulos 3 y 4.

De acuerdo con la metodología y con el fin de realizar una evaluación progresiva, en la que las lecciones aprendidas en cada ciclo se apliquen en el siguiente, la evaluación se estructura en tres ciclos diferenciados. En el primero, se buscó paliar las carencias identificadas en los modelos de diseño educativo existentes en el momento en relación con la representación de evidencias educativas. En el segundo, se puso en marcha el apoyo tecnológico a la recolección de evidencias educativas en entornos distribuidos. En el tercero, se validó la arquitectura como una alternativa abierta para la integración de portfolios en entornos distribuidos de aprendizaje, solventando las limitaciones de las soluciones actuales propuestas en la literatura.

En todas las experiencias realizadas²¹ se aprecia una disminución de la carga de trabajo del profesor en la recolección de evidencias educativas. Este efecto es más llamativo en el caso de situaciones de aprendizaje donde se dan muchas muestras de trabajo por alumno, o muchos alumnos matriculados en la asignatura, puesto que es en esos casos en los que el problema de orquestación que motiva esta tesis es más pronunciado. Por esta razón, la sobrecarga de diseño que hace posible la recolección automática tiene más sentido en esas asignaturas en las que el impacto de la centralización automática de las muestras de trabajo es mayor. Sin embargo, el establecimiento de una relación explícita entre evidencias educativas y objetivos de aprendizaje es evaluado positivamente por todos los profesores, puesto que esta reflexión tiene como consecuencia diseños más coherentes y alineados con los objetivos planteados para la asignatura.

Partiendo de un enfoque interpretativo, cada una de las experiencias de evaluación realizadas pretende una comprensión detallada del impacto de las contribuciones de la tesis a cada uno de esos escenarios. No se pretende, en ningún caso, generalizar los resultados obtenidos. Parece razonable, sin embargo, considerar que los resultados obtenidos en este proceso de evaluación podrían transferirse a situaciones de aprendizaje en un contexto similar. Concretamente, los beneficios de EADM y ACE serán notables en situaciones de aprendizaje apoyadas por tecnología,

²¹Salvo la primera, ISS, puesto que en ese caso se trataba de una aproximación teórica al modelado de evidencias educativas, sin incluir la recolección de las muestras de trabajo

en las que participen un número elevado de alumnos o se generen una gran cantidad de evidencias educativas distribuidas en diferentes herramientas. No es posible extender estos resultados a escenarios en los que el número de alumnos, de muestras de trabajo o de herramientas es muy bajo, ni en aquellos casos en los que el profesor no realice un diseño educativo de su situación de aprendizaje.

De esta forma, se consigue dar respuesta a la pregunta de investigación planteada, identificando hasta qué punto es posible apoyar al profesor en la explotación de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje: las contribuciones propuestas han mostrado su capacidad para reducir la carga de trabajo en los profesores participantes durante la recolección de muestras de trabajo dispersas, y proporcionan evidencia inicial para afirmar que las propuestas podrían ayudar a otros profesores en situaciones similares. El diseño orientado a evidencias recomendado para hacer posible la automatización de la recolección supone un esfuerzo adicional para el profesor, que se compensa gracias a la consecución de un resultado más coherente, alineado con las competencias que se pretende evaluar.

Capítulo 6

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

ESTE capítulo cierra el presente trabajo de tesis, presentando las principales conclusiones, lecciones aprendidas y líneas de trabajo futuro identificadas a lo largo del proceso. Así, se revisa el objetivo global de la tesis y se valora su consecución a través de las dos contribuciones realizadas: el modelo de diseño orientado a evidencias educativas EADM y la arquitectura para la recolección automática de evidencias ACE. Una vez considerado el nivel de resolución de los problemas de investigación propuestos, se proponen algunas ideas para la continuación del presente trabajo.

6.1 CONCLUSIONES

La Sección 1.1, al comienzo de esta disertación, establecía la pregunta de investigación cuya respuesta se persigue en este trabajo de tesis: *¿De qué manera es posible apoyar a los profesores en la recolección de evidencias educativas, con el fin de facilitar la explotación de los beneficios de los portfolios digitales en entornos tecnológicamente heterogéneos y distribuidos?*. En un intento de alcanzar esta meta, se definieron dos objetivos parciales, que ponían énfasis en diferentes aspectos relevantes para facilitar al profesor la explotación de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje:

- 1. Ayudar al profesor a identificar evidencias educativas relevantes durante el proceso de diseño de situaciones de aprendizaje**

Con el fin de cumplir este objetivo, se propuso el modelo de diseño educativo orientado a evidencias (EADM - *Evidence Aware Design Model*). Este modelo pretende que el profesor reflexione sobre la relación explícita entre las muestras de trabajo generadas por sus alumnos a lo largo de una situación de aprendizaje y los objetivos educativos específicos que persigue cada una de ellas. Esta reflexión permite al profesor identificar artefactos especialmente relevantes para llevar a cabo un *assessment* formativo del alumno una vez que la situación de aprendizaje se ponga en marcha, así como aquellos adecuados para mostrar la adquisición de una determinada competencia al finalizar la misma.

Este aspecto se evaluó mediante la revisión del diseño de asignaturas reales de la Universidad de Valladolid, existentes con anterioridad al presente trabajo de tesis (es decir, que no se diseñaron específicamente para estos propósitos). De esta evaluación se desprende

que la consideración de evidencias educativas en la primera fase del ciclo de vida de una situación de aprendizaje genera diseños más coherentes, alineados con las competencias que se pretende evaluar.

2. Evitar la sobrecarga de trabajo asociada a la dispersión de evidencias educativas

El principal impacto en el profesor de la integración de muestras de trabajo provenientes de fuentes diferentes en un sólo gestor centralizado es la carga de trabajo asociada a la recolección de esos artefactos. Esto se debe a que los artefactos de interés se encuentran dispersos en múltiples plataformas, con interfaces de acceso heterogéneas. Con el fin de evitar esta sobrecarga de trabajo, la arquitectura ACE (*Automatic Collection of Evidence*) explota la información de diseño expresada por el profesor a través de EADM para recolectar las muestras de trabajo de los alumnos de manera automática en los instantes adecuados y almacenarlas en su portfolio digital. De esta manera, el profesor dispone de un mecanismo sencillo para acceder a aquellos artefactos que ha decidido que serían relevantes o bien en la provisión de *assessment* formativo, o bien en la evaluación final del alumno. La automatización de las tareas más costosas para el profesor hace que la integración de portfolios digitales y, por lo tanto, su explotación en entornos distribuidos, sea más atractiva para el educador.

En este caso la evaluación se basó en la puesta en marcha de la recolección automática de ACE en las citadas situaciones reales, centralizando todas las muestras de trabajo para facilitar el acceso del profesor a las evidencias a evaluar. Durante este proceso de evaluación se detectó una carencia de la solución actual que fue resuelta en posteriores iteraciones: la recopilación de muestras de trabajo les privaba de su contexto (en qué actividad se generó la muestra de trabajo y con quién, en los casos de autoría grupal). Esta información sí estaba, sin embargo, presente en el modelo de representación de la información escogido para ACE. De esta forma, fue posible mejorar la visualización de las evidencias recolectadas en base a la realimentación recibida de los profesores participantes en las experiencias de evaluación. Si bien todos ellos coincidían en reconocer el ahorro temporal que supone tener las muestras de trabajo centralizadas sin esfuerzo manual, consideraron que el efecto positivo de ACE era más relevante en asignaturas en las que el número de alumnos o evidencias es elevado.

El cumplimiento de estos dos objetivos parciales permite afirmar que este trabajo de tesis ha cumplido su objetivo global, al dar respuesta a la pregunta de investigación propuesta. Esta disertación demuestra que, gracias a hacer consciente al profesor de la importancia de considerar las evidencias educativas desde el diseño de una situación de aprendizaje a través de EADM y a la recolección automática de esas muestras de trabajo a través de ACE, es posible apoyar a los profesores en la explotación de los beneficios de portfolios digitales en entornos tecnológicamente heterogéneos y distribuidos. Adicionalmente, resulta interesante reflexionar sobre las lecciones aprendidas durante la realización de este trabajo de investigación.

El modelo de diseño educativo presentado está basado en una propuesta anterior para la integración de *assessment* en el diseño de una situación de aprendizaje (Villasclaras-Fernández *et al.*, 2009). Sin embargo, EADM añade dos apreciaciones fundamentales: en primer lugar, la capacidad de resaltar la importancia de algunas muestras de trabajo sobre otras (es decir, identificar

las evidencias educativas), que facilita la labor de *assessment* del profesor. En segundo lugar, el establecimiento de un enlace explícito entre muestras de trabajo y objetivos de aprendizaje, que genera diseños educativos más cohesionados y coherentes con los objetivos de aprendizaje propuestos en cada caso.

Adicionalmente, el hecho de añadir pocos elementos más al proceso habitual hace que el incremento percibido por el profesor en tiempo de diseño sea bajo, tal y como se recoge en los testimonios de los profesores participantes en las experiencias de evaluación.

Por otra parte, la recolección automática de muestras de trabajo libera al profesor de la sobrecarga de trabajo de recuperar, uno a uno, todos y cada uno de los artefactos generados por sus alumnos en diferentes fuentes, presentando la información de una manera más accesible y de fácil consumo para el profesor. Es importante resaltar, sin embargo, que los mecanismos de presentación de la información a través del portfolio digital están limitados, en cada caso a las capacidades del gestor de portfolio escogido. Esto quiere decir que, si bien el profesor siempre tendrá acceso al perfil del alumno o grupo de alumnos que el profesor debe evaluar en cada momento, es importante prestar especial atención a la inclusión, de una forma u otra, de la información contextual de la evidencia (actividad de procedencia, autoría individual o grupal...), con el fin de que el profesor pueda finalmente llevar a cabo su labor.

Estas conclusiones, así como las lecciones aprendidas durante el proceso, son el resultado de un proceso iterativo de investigación, orquestado en tres fases consecutivas. Se escoge esta metodología (DSRM - *Design Science Research Methodology*) de forma que, partiendo de una primera aproximación al problema, cada fase construye sobre la anterior hasta alcanzar el objetivo de tesis planteado. Así, cada uno de esos ciclos se propone un objetivo concreto, diseña e implementa la solución adecuada a ese objetivo intermedio y lo demuestra y evalúa en situaciones reales de aprendizaje. Esto permite obtener realimentación de los propios profesores en los avances de la solución, con el fin de alinear este trabajo de investigación con las necesidades reales de los actores implicados. Así, como ya se ha mencionado en varios puntos a lo largo de esta memoria, algunas de las cuestiones presentadas como resultados de este trabajo de investigación no estuvieron presentes desde el principio, sino que emergieron en las diferentes iteraciones de evaluación. Como ejemplo, la importancia de mantener la información de contexto de las evidencias apareció durante la segunda iteración de evaluación. Los resultados de cada uno de estos ciclos se publicaron en la comunidad investigadora a través de las dos publicaciones correspondientes en CSEDU¹ (Lozano-Álvarez *et al.*, 2013) y JUCS² (Lozano-Álvarez *et al.*, 2015), más una tercera en proceso de preparación y revisión en JGHE³.

6.2 TRABAJO FUTURO

Además de las lecciones aprendidas presentadas en la sección anterior, a lo largo de este trabajo de investigación aparecieron nuevas posibles líneas de trabajo, que se mencionan a continuación:

¹ *Conference on Computer Supported Education* <http://www.csedu.org/>

² *Journal of Universal Computer Science* <http://www.jucs.org/>

³ *Journal of Geography in Higher Education* <http://www.tandfonline.com/toc/cjgh20/current>

Incorporar la gestión de evidencias en el ciclo de evaluación institucional requerido al profesor

El foco principal de este trabajo de tesis ha estado centrado en la reducción de la carga de trabajo del educador en tareas repetitivas y mecánicas, que no aportan valor a su labor docente. Con este fin, se reúnen evidencias educativas dispersas y se facilita el acceso a las mismas del profesor. De esta manera, se consigue el profesor realice su evaluación (formativa y sumativa) de todos los alumnos. Sin embargo, la labor del profesor no termina aquí. Típicamente, una situación de aprendizaje determinada formará parte de un ciclo formativo más grande (por ejemplo, una asignatura universitaria), en la que cada evaluación tendrá un peso específico determinado. La consideración final de todas estas evaluaciones intermedias, así como su integración en los servicios institucionales para la comunicación oficial de los resultados sigue sobrecargando al profesor, una vez realizado el *assessment* de una muestra de trabajo concreta.

Así, se ha conseguido avanzar en el apoyo a formas de evaluación que tienen en cuenta el proceso de aprendizaje de los estudiantes, y no solo el resultado final del mismo, pero esta contribución se debería complementar con la exploración sobre cómo esta aproximación podría apoyar la evaluación del aprendizaje basado en competencias, de forma que se facilite el proceso global al profesor y las herramientas le permitan llegar hasta la publicación de resultados.

Considerar el impacto en los alumnos de la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje

El presente trabajo de tesis está fuertemente centrado en el profesor, como el principal actor sujeto a las consecuencias del uso de portfolios en entornos de aprendizaje apoyados por tecnología. Sin embargo, el portfolio puede (y debe) considerarse como una utilidad centrada en el alumno, puesto que será en él donde sus beneficios pedagógicos alcanzarán su máximo exponente. Es necesario, por lo tanto, valorar el impacto que el uso de herramientas web 2.0 distribuidas tiene en el portfolio desde el punto de vista del alumno y cómo las propuestas de esta tesis (o una extensión de las mismas) puede ayudar a los alumnos a alcanzar su máximo potencial. Según (Yang *et al.*, 2015), las implementaciones actuales hacen que los alumnos acaben viendo los portfolios como una manera de entregar sus tareas, una obligación de la que sólo perciben la sobrecarga de subir recursos a una plataforma con cierta frecuencia. Cabría esperar que, gracias a la recolección automática de estas muestras de trabajo, el alumno puede centrarse en el resto de aspectos del portfolio.

Adicionalmente, tal y como se mencionó en las lecciones aprendidas de la sección anterior, el trabajo preparatorio del profesor puede tener una repercusión positiva en el trayecto formativo del alumno. Los estudiantes no tienen, normalmente, experiencia en la identificación de evidencias educativas relevantes, ni en cómo el trabajo que realizan a diario se alinea con los objetivos de aprendizaje que persiguen. Una correcta exposición de los alumnos a la información provista por el profesor a través de EADM podría marcar una diferencia importante en la conciencia propia de su camino de aprendizaje (Barberà-Gregori, 2005).

Considerar la libertad del alumno en la elección de la herramienta a utilizar

La primera contribución de esta tesis, el modelo de diseño orientado a evidencias educativas, pretende animar al profesor a hacer explícitas todas sus decisiones, incluyendo qué herramienta se usará en cada caso para la consecución de los objetivos de aprendizaje marcados. Sin embargo,

resultaría interesante desde el punto de vista pedagógico dejar al alumno cierta libertad en la elección del medio que quiere utilizar para la realización de las tareas propuestas. En esta línea los entornos personales de aprendizaje (PLE - *Personal Learning Environment*) (Sclater, 2008) defienden que el aprendizaje tiene lugar en muchos lugares y contextos diferentes, por lo que la tecnología subyacente (en el caso de aprendizaje apoyado por tecnología) debe estar preparada para admitir niveles adicionales de libertad en la manera en la que se llevan a cabo las diferentes actividades. Algunas propuestas de la literatura sugieren el interés de combinar este enfoque con los portfolios digitales (Tur-Ferrer y Urbina-Ramírez, 2012; Salinas *et al.*, 2011).

La aproximación escogida en este trabajo de tesis está muy centrada en el profesor y su labor de diseño educativo, lo cual presenta algunas ventajas detalladas a lo largo de esta memoria, pero también tiene limitaciones que sería necesario estudiar. En esta línea, existen en el grupo de investigación en el que se enmarca esta tesis (GSIC/EMIC⁴) algunas iniciativas para el apoyo de la gestión flexible los artefactos generados por los alumnos en situaciones que involucran múltiples escenarios (espacios físicos aumentados o incluso mundos virtuales 3D). Los denominados *buckets* (Muñoz, 2015) representan espacios diseñados por el profesor, pero que permiten al alumno tener libertad para escoger la herramienta a utilizar o la cantidad de muestras de trabajo a incluir. Sería interesante explorar cómo conciliar la recolección automática de evidencias en este tipo de propuestas.

Considerar el impacto de la reflexión sobre evidencias educativas en la propia labor docente del profesor

Una de las ventajas resultantes de la aplicación del modelo de diseño EADM es haber alcanzado diseños más coherentes para la situación de aprendizaje considerada. Esta reflexión sobre el diseño propuesto podría extenderse a la labor docente del profesor. De esta manera, tras la finalización de cada situación de aprendizaje (o incluso durante el transcurso de la misma), la inspección de las muestras de trabajo de sus alumnos de acuerdo a las competencias perseguidas podría utilizarse como indicador de la propia labor de enseñanza, con el fin de identificar aquellos puntos que sus alumnos alcanzan de acuerdo a lo esperado, y reforzar o rediseñar las actividades relativas a aquellos objetivos de aprendizaje en los que los estudiantes encuentran más dificultades.

Considerar la adaptación de los instantes de recogida durante la ejecución de la situación de aprendizaje

El Capítulo 4 de esta disertación detalla la arquitectura propuesta para la recolección automática de evidencias educativas. Como parte de esta arquitectura, se presenta el modelo de datos utilizado para conocer tanto la localización de las muestras de trabajo a recolectar como los instantes en los que es necesario hacerlo. Esta información se completa durante la fase de instanciación de la situación de aprendizaje. Sin embargo, es bastante común que, durante la fase de puesta en marcha, el profesor deba reaccionar a la realidad de la misma, adaptando su diseño para encajar con el calendario particular (días festivos, imprevistos en la disponibilidad de aulas o laboratorios...) o con el avance real de sus alumnos (siendo éste uno de los beneficios del *assessment* formativo y la utilización de portfolios digitales). Por lo tanto, se hace necesario

⁴<https://www.gsic.uva.es/>

considerar aproximaciones menos estrictas con los instantes de recogida, proponiendo soluciones que permitan modificarlos una vez que la situación de aprendizaje ha comenzado, o incluso solicitar la recolección de determinadas muestras de trabajo bajo demanda, en el momento que el profesor considere oportuno, aunque no lo hubiera previsto durante el diseño.

De esta forma, el trabajo realizado en la presente tesis en torno a la integración de portfolios digitales en entornos distribuidos de aprendizaje abre nuevas líneas de investigación, tanto extendiendo la consideración del punto de vista del profesor y el impacto en su labor docente, como la inclusión de otros actores, como las instituciones educativas y los propios alumnos.

La apertura de estas nuevas líneas de trabajo sugiere la revisión del patrón arquitectónico escogido para la implementación de la segunda contribución de esta tesis. El patrón adaptador puede resultar penalizante en situaciones en las que aparecen nuevas capacidades en la interfaz de recolección de evidencias, puesto que se hace necesario añadir esta nueva funcionalidad en todos y cada uno de los adaptadores desarrollados. En este sentido, parece razonable combinar este planteamiento con otros patrones de diseño como intérpretes, visitantes o decoradores (Gamma *et al.*, 1995), que permitan centralizar el diseño y desarrollo de la nueva funcionalidad, sin implicar cambios en los adaptadores existentes.

En cualquier caso, se comparte un objetivo de avance hacia una evaluación *para el* aprendizaje (frente a una evaluación *del* aprendizaje), que acerque a instituciones, profesores y alumnos la impartición y adquisición de competencias relevantes en el mundo actual.

REFERENCIAS

- Alario-Hoyos, C. (2012). *GLUE!: An architecture for the integration of external tools in virtual learning environments*. Tesis doctoral, Universidad de Valladolid. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/1787>. Último acceso Sept 22, 2016.
- Alario-Hoyos, C., Bote-Lorenzo, M. L., Gómez-Sánchez, E., Asensio-Pérez, J. I., Vega-Gorgojo, G., y Ruiz-Calleja, A. (2013). GLUE!: An architecture for the integration of external tools in virtual learning environments. *Computers & Education*, 60:122–137.
- Alario-Hoyos, C. y Wilson, S. (2010). Comparison of the main alternatives to the integration of external tools in different platforms. En *International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI 2010, Madrid, Spain*, pp. 3466–3476.
- Balaban, I. y Bubas, G. (2010). Educational potentials of ePortfolio systems: Student evaluations of Mahara and Elgg. En *Proceedings of the ITI 2010 32nd International Conference on Information Technology Interfaces, Dubrovnik, Croatia*, pp. 329–336.
- Balaban, I., Divjak, B., Grabar, D., y Žugec, B. (2010). Towards successful implementation of eportfolios in blended learning. En *Proceedings of E-learning Forum 2010, London, United Kingdom*.
- Balaban, I., Mu, E., y Divjak, B. (2011). Critical success factors for the implementation of the new generation of electronic portfolio systems. En *Proceedings of the ITI 2011 33rd International Conference on Information Technology Interfaces, Dubrovnik, Croatia*, pp. 251–256.
- Barberà, E. y Bautista, G. (2006). Electronic portfolio: development of professional competences (in spanish). *Revista de universidad y sociedad del conocimiento (RUSC)*, 3:55–66.
- Barberà-Gregori, E. (2005). La evaluación de competencias complejas: la práctica del portafolio. *La Revista Venezolana de Educación (Educere)*, 9(31):497–503.
- Barberà-Gregori, E. y Martín-Rojo, E. (2009). *Portfolio electrónico: aprender a evaluar el aprendizaje*. Editorial UOC.
- Barrett, H. (2007a). Electronic Portfolios and Adult Learning. Presentation at the NIACE (National Institute of Adult Continuing Education) Conference 2007. Recuperado de <http://www.electronicportfolios.com/NIACE/>. Último acceso Jul 12, 2016.
- Barrett, H. (2007b). Researching electronic portfolios and learner engagement: The reflect initiative. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 50:436–449.

- Barrett, H. (2011). Balancing the two faces of e-portfolios. En *Education for a Digital World 2.0. Innovations in Education*, volumen 2. British Columbia Ministry of Education.
- Berggren, A., Burgos, D., Fontana, J. M., Hinkelman, D., Hung, V., Hursh, A., y Tielemans, G. (2005). Practical and pedagogical issues for teacher adoption of IMS Learning Design standards in Moodle LMS. *Journal of Interactive Media in Education*.
- Black, B. y Wiliam, D. (1990). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 5:1–65.
- Botturi, L. (2008). *Handbook of Visual Languages for Instructional Design: Theories and Practices*. IGI Global.
- Boud, D., Cohen, R., y Sampson, J. (1999). Peer learning and assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 24:413–426.
- Bower, M. y Wittmann, M. (2011). A comparison of LAMS and Moodle as Learning Design technologies - Teacher education students' perspective. *Teaching English with Technology - Special Issue on LAMS and Learning Design*, 11:62–80.
- Brasher, A., Conole, G., Cross, S., Weller, M., Clark, P., y White, J. (2008). CompendiumLD - a tool for effective, efficient and creative learning design. En *Proceedings of the 2008 European LAMS Conference: Practical Benefits of Learning Design, Cádiz, Spain*, pp. 25–27.
- Bubas, G., Coric, A., y Orehovacki, T. (2011). The integration of students' artifacts created with Web 2.0 tools into Moodle, blog, wiki, e-portfolio and Ning. En *MIPRO, Proceedings of the 34th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, Opatija, Croatia*, pp. 1084–1089.
- Busuttil-Reynaud, G. y Winkley, J. (2006). e-Assessment Glossary (Extended). Joint Information Systems Committee [JISC]. Recuperado de <http://www.jisc.ac.uk/assessment>. Último acceso Jul 12, 2016.
- Buzzetto-More, N. (2010). *The E-Portfolio paradigm: Informing, educating, assessing, and managing with e-Portfolios*. Informing Science Press.
- Chan, C. K. K. y Van Aalst, J. (2004). Learning, assessment and collaboration in computer-supported environments. En Strijbos, J.-W., Kirschner, P. A., y Martens, R. L., editores, *What we know about CSCL and implementing it in Higher Education*, pp. 87–112. Kluwer Academic Publishers.
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*. Routledge.
- Conole, G. (2012). *Designing for Learning in an Open World*. Springer.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage.

- Dagger, D., O'Connor, A., Lawless, S., Walsh, E., y Wade, V. P. (2007). Service-oriented e-learning platforms: From monolithic systems to flexible services. *IEEE Internet Computing*, 11:28–35.
- Dalziel, J. (2003). Implementing learning design: The learning activity management system (LAMS). En *Proceedings of the 20th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education (ASCILITE'03)*, pp. 593–596.
- de Vries, F. J., Kester, L., Sloep, P., van Rosmalen, P., Pannekeet, K., y Koper, R. (2005). Identification of critical time-consuming student support activities in e-learning. *Advanced Technology for Learning Journal*, 13(3):219–229.
- Dillenbourg, P. (2000). Virtual learning environments. En *Proceedings of the 3rd Hellenic Conference Information and Communication Technologies in Education 2002*, pp. 3–18.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., y O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. En Spada, E. y Reiman, P., editores, *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*, pp. 189–211. Elsevier.
- Dillenbourg, P., Järvelä, S., y Fischer, F. (2009). The evolution of research on computer-supported collaborative learning: from design to orchestration. En Balacheff, N., Ludvigsen, S., de Jong, T., Lazonder, A., y Barnes, S., editores, *Technology-Enhanced Learning: principles and products*, pp. 3–19. Springer.
- Fielding, R. T. (2000). *REST: Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. Tesis doctoral, University of California, Irvine. Disponible en <http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>. Último acceso Sept 22, 2016.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., y Vlissides, J. (1995). *Design Patterns: Elements of Reusable Object-oriented Software*. Addison-Wesley.
- Gray, L. (2008). Effective Practice with e-Portfolios: supporting 21st century learning. JISC Innovation Group Report. Recuperado de <http://www.jisc.ac.uk/eportfolio>. Último acceso Jul 12, 2016.
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational Communication and Technology Journal*, 29(2):75–91.
- Gómez-Sánchez, E., Rubia-Avi, B., Dimitriadis, Y., y Martínez-Monés, A. (2002). Quest, a telematic tool for automatic management of student questionnaires in educational research. En *Proceedings of the Second European Conference on Technology, Information, Education and Citizenship (TIEC 2002), Barcelona, Spain*.
- Hamalainen, H., Ikonen, J., y Porras, J. (2009). Developing technical e-portfolio construction process. En *Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Riga, Latvia*, pp. 711–712.

- Hernández-Leo, D., Villasclaras-Fernández, E., Jorrín-Abellán, I., Asensio-Pérez, J. I., Dimitriadis, Y., Ruiz-Requies, I., y Rubia-Avi, B. (2006). Collage, a collaborative learning design editor based on patterns. *Educational Technology & Society*, 9(1):58–71.
- Himpsl, K. y Baumgartner, P. (2009). Evaluation of e-portfolio-software. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, pp. 16–22.
- IMS Global Consortium (2003). Learning design specification. Recuperado de <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>. Último acceso Jul 16, 2016.
- IMS Global Consortium (2010). Basic LTI Implementation Guide. Recuperado de <https://www.imsglobal.org/specs/ltiv1p0/implementation-guide>. Último acceso Jul 11, 2016.
- IMS Global Consortium (2012). IMS ePortfolio. Recuperado de <http://www.imsglobal.org/ep/>. Último acceso Jul 16, 2016.
- IMS Global Consortium (2014). Learning tools interoperability v2.0. Recuperado de <http://www.imsglobal.org/specs/ltiv2p0>. Último acceso Jul 12, 2016.
- ITEA (2007). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Technical report, International Technology Education Association.
- ITEA (2013). Advancing excellence in technological literacy: student assessment, professional development, and program standards. Technical Report 9, International Technology Education Association.
- Jacobson, I., Rumbaugh, G., Jacobson, J., Booch, G., y Rumbaugh, J. (2000). *El proceso unificado de desarrollo de software/The unified software development process*. Pearson Educación.
- Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1987). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning*. Prentice-Hall.
- Joosten-ten Brinke, D., Gorissen, P., y Latour, I. (2005). Integrating assessment into e-learning courses. En Koper, R. y Tattersall, C., editores, *Learning Design: A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*, pp. 185–202. Springer.
- Koper, R. y Tattersall, C. (2005). *Learning Design: a handbook on modelling and delivering networked education and training*. Springer.
- Laurillard, D. (2002). Design tools for e-learning. En *International Conference on Innovation, Practice and Research in the Use of Educational Technologies in Tertiary Education (ASCI-LITE 2002)*, Auckland, New Zealand.
- Leangsuksun, C., Guice, L., Womack, C., y Sterling, T. (2006). The next generation distributed learning environment: The experiences. En *e-Learning International Conference, Bangkok, Thailand*.
- Lincoln, Y. S. y Guba, E. G. (2000). The only generalization is: there is no generalization. En Gomm, R., Hammersley, M., y Foster, P., editores, *Case study method*, pp. 27–44. Sage.

- Livingstone, D. y Kemp, J. (2008). Integrating web-based and 3D learning environments: Second Life meets Moodle. *Upgrade: The European Journal for the Informatics Professional*, 9:8–14.
- Lozano-Álvarez, A., Asensio-Pérez, J. I., y Vega-Gorgojo, G. (2013). Towards evidence-aware learning design for the integration of ePortfolios in Distributed Learning Environments. En *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Supported Learning (CSEDU 2013), Aachen, Germany*.
- Lozano-Álvarez, A., Asensio-Pérez, J. I., Vega-Gorgojo, G., y Martínez-Monés, A. (2015). Helping teachers align learning objectives and evidence: integration of ePortfolios in distributed learning environments. *Journal of Universal Computer Science*, 21:1022–1041.
- MacNeill, S. y Kraan, W. (2010). Distributed learning environments: A briefing paper. JISC Center for Educational Technology and Interoperability Standards (CETIS). Recuperado de http://publications.cetis.org.uk/wp-content/uploads/2011/02/Distributed_Learning.pdf. Último acceso Jul 12, 2016.
- Merrill, M. D. y Twitchell, D. (1994). *Instructional Design Theory*. Educational Technology Publications.
- Miles, M. y Huberman, M. (1994). *Qualitative Data Analysis. An Expanded Sourcebook*. Sage.
- Mor, Y., Craft, B., y Hernández-Leo, D. (2013). Editorial: The art and science of learning design. *Research in Learning Technology*, 21.
- Muñoz, J. A. (2015). *Supporting teacher orchestration of across-spaces learning situations*. Tesis doctoral, Universidad de Valladolid. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/15288>. Último acceso Sept 22, 2016.
- Nunamaker, J., Chen, M., y Purdin, T. (1990). Systems development in information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 7:89–106.
- Oliveira, L. y Moreira, F. (2012). Personal learning systems integration of web 2.0 applications and content management systems. En *Proceedings of ECKM 2010, The 11th European Conference on Knowledge Management, Famalicão, Portugal*, pp. 1171–1177.
- Orlikowski, W. J. y Baroudi, J. J. (1991). Studying information technology in organizations: Research approaches and assumptions. *Information Systems Research*, 2:1–28.
- Pachler, N., Daly, C., Mor, Y., y Mellar, H. (2010). Formative e-assessment: Practitioner cases. *Computers & Education*, 54(3):715–721.
- Palomino-Ramírez, L., Martínez-Monés, A., Bote-Lorenzo, M. L., Asensio-Pérez, J. I., y Dimitriadis, Y. (2007). Data flow between tools: Towards a composition-based solution for learning design. En *Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 354–358.

- Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., y Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24:45–77.
- Prieto, L. P. (2011). GLUE!-PS : Escenarios de uso, Arquitectura y Modelo de datos. Technical report, University of Valladolid.
- Prieto, L. P. (2012). *Supporting orchestration of blended CSCL scenarios in Distributed Learning Environments*. Tesis doctoral, University of Valladolid. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/1794>. Último acceso Jul 22, 2016.
- Prieto, L. P., Asensio-Pérez, J. I., Dimitriadis, Y., y Gómez-Sánchez, E. (2011). GLUE!-PS : A multi-language architecture and data model to deploy TEL designs to multiple learning environments. En *Proceedings of the 6th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2011, Palermo, Italy*.
- Prieto, L. P., Asensio-Pérez, J. I., Muñoz-Cristóbal, J. A., Dimitriadis, Y. A., Jorrín-Abellán, I. M., y Gómez-Sánchez, E. (2013). Enabling teachers to deploy CSCL designs across distributed learning environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 6(4):324–336.
- Prieto, L. P., Asensio-Pérez, J. I., Muñoz-Cristóbal, J. A., Jorrín-Abellán, I. M., Dimitriadis, Y., y Gómez-Sánchez, E. (2014). Supporting orchestration of CSCL scenarios in web-based Distributed Learning Environments. *Computers & Education*, 73:9–25.
- Prins, F. J., Sluijsmans, D. M. A., Kirschner, P. A., y Strijbos, J.-W. (2005). Formative peer assessment in a CSCL environment: a case study. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 30:417–444.
- Ravet, S. (2007). For an ePortfolio enabled architecture. European Institute for E-Learning Position Paper. Recuperado de <http://www.eife-1.org/publications/eportfolio/documentation/positionpaper>. Último acceso Jul 16, 2016.
- Reese, M. y Levy, R. (2009). Assessing the future: E-portfolio trends, uses and options in higher education. *Research Bulletin - EDUCASE*.
- Rodríguez-Triana, M. J. (2014). *Linking scripting & monitoring support in blended CSCL scenarios*. Tesis doctoral, University of Valladolid. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/7049>. Último acceso Sept 22, 2016.
- Rodríguez-Triana, M. J., Martínez-Monés, A., Villagrà-Sobrino, S., Jorrín-Abellán, I. M., Rusan, E., Retalis, S., Frangou, Y., Boon, J., Economou, A., Tarouris, C., y Valoriani, M. (2013). State of the art report on modern assessment approaches and tools. PREATY project deliverable D1.1. Recuperado de <http://dspace.ou.nl/handle/1820/5847>. Último acceso Jul 12, 2016.
- Roschelle, J., Dimitriadis, Y., y Hoppe, U. (2013). Classroom orchestration: Synthesis. *Computers & Education*, 69:523–526.

- Rusman, E., Boon, J., Martínez-Monés, A., Rodríguez-Triana, M.-J., y Retalis, S. (2013). Towards the use of new methods for formative e-Assessment of 21 Century skills in schools. En *Technology Enhanced Formative Assessment (TEFA) workshop at the 8th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2013)*, Paphos, Cyprus.
- Salinas, J., Marín, V., y Escandell, C. (2011). A case of institutional PLE: integration of VLE and e-portfolio for students. En *Proceedings of the The PLE Conference 2011, Southampton, United Kingdom*.
- Schaffert, S., Bischof, D., Bürger, T., Gruber, A., Hilzensauer, W., y Schaffert, S. (2006). Learning with semantic wikis. En *Proceedings of the First Workshop on Semantic Wikis - From Wiki to Semantics co-located with the ESWC2006, Budva, Montenegro*.
- Slater, N. (2008). Web 2.0, personal learning environments, and the future of learning management systems. *Research Bulletin - EDUCASE*, (13):1–13.
- Smart, C. (2010). Leap2A: Enabling e-portfolio portability. JISC, Joint Information Systems Committee. Recuperado de <http://publications.cetis.org.uk/2010/183>. Último acceso Jul 12, 2016.
- Sutherland, R. y Joubert, M. (2010). The STELLAR vision and strategy statement. STELLAR project deliverable D1.1. Recuperado de <http://dspace.ou.nl/handle/1820/2823>. Último acceso Jul 12, 2016.
- Sweat-Guy, R. y Buzzetto-More, N. (2007). A comparative analysis of common e-Portfolio features and available platforms. *Information and Beyond: Issues in Informing Science and Information Technology*, 1(4):327–342.
- Tchounikine, P. (2013). Clarifying design for orchestration: Orchestration and orchestrable technology, scripting and conducting. *Computers & Education*, 69:500–503.
- Tur-Ferrer, G. y Urbina-Ramírez, S. (2012). PLE-based ePortfolios: Towards Empowering Student Teachers' PLEs through ePortfolio Processes. En *Proceedings of the PLE 2012 Conference*.
- Vaishnavi, V. K. y Kuechler, B. (2004). Design research in information systems. *MIS Quarterly*, 28(1):75–105.
- Venn, J. (2004). *Assessing students with especial needs*. Prentice Hall.
- Vignollet, L., Ferraris, C., Martel, C., y Burgos, D. (2008). A transversal analysis of different learning design approaches. *Journal of Interactive Media in Education*, 2008(2).
- Villasclaras-Fernández, E. D. (2010). *A design process supported by software authoring tools for the integration of assessment within CSCL scripts*. Tesis doctoral, University of Valladolid. Disponible en <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:A+design+process+supported+by+software+authoring+tools+for+the+integration+of+assessment+within+CSCL+scripts#1>. Último acceso Sept 22, 2016.

- Villasclaras-Fernández, E. D., Hernández-Leo, D., Asensio-Pérez, J. I., y Dimitriadis, Y. (2013). Web Collage: An implementation of support for assessment design in CSCL macro-scripts. *Computers & Education*, 67:79–97.
- Villasclaras-Fernández, E. D., Hernández-Leo, D., Asensio-Pérez, J. I., Dimitriadis, Y., y Martínez-Monés, A. (2009). Towards embedding assessment in CSCL scripts through selection and assembly of learning and assessment patterns. En *Proceedings of the 9th international conference on Computer Supported Collaborative Learning, Rhodes, Greece*, pp. 507–511.
- White, S. y Davis, H. (2011). Making it rich and personal: crafting an institutional personal learning environment. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 2(3).
- Yang, M., Tai, M., y Lim, C. P. (2015). The role of e-portfolios in supporting productive learning (in press). *British Journal of Educational Technology*.
- Zhang, S., Olfman, L., y Ractham, P. (2007). Designing ePortfolio 2.0: integrating and coordinating Web 2.0 services with ePortfolio systems for enhancing users' learning. *Journal of Information Systems Education*, 18:203–215.

Apéndice A

PLANTILLA DEL FORMULARIO DE CO-DISEÑO EADM

A continuación se muestra la plantilla de formulario empleada en las sesiones de co-diseño con los profesores participantes en la evaluación de esta tesis. Mediante la cumplimentación de los siguientes campos, se obtiene del profesor toda la información modelada en el EADM (*Evidence Aware Design Model*).

FORMULARIO DE ACTIVIDAD PARA LA GESTIÓN DE EVIDENCIAS EDUCATIVAS

Angélica Lozano Álvarez (angelica@gsic.uva.es)

Descripción General de la Actividad					
Nombre de la actividad:					
Comienzo: (DD/MM/YYYY)				Fin: (DD/MM/YYYY)	
Produce Evidencias: (sí / no)					
Herramientas, autoría e información adicional sobre las evidencias					
Nombre	Herramienta	Autoría (individual / grupo)	Objetivos educativos	¿Debería recogerse como evidencia?	
				(sí/no)	¿Cuándo?

Apéndice B

ESTUDIO DE LA ASIGNATURA MASUP 32 SOBRE MAHARA

A lo largo de la Sección 5.4 se describe el segundo ciclo de evaluación de la presente tesis, llevado a cabo sobre la asignatura MASUP B32: *Investigación educativa en el ámbito de la Tecnología e Informática*. En ese primer ciclo evaluativo, se minimiza el impacto sobre la asignatura en curso, usando como sistema de portfolio MediaWiki, por ser ya parte de la configuración tecnológica elegida por la profesora.

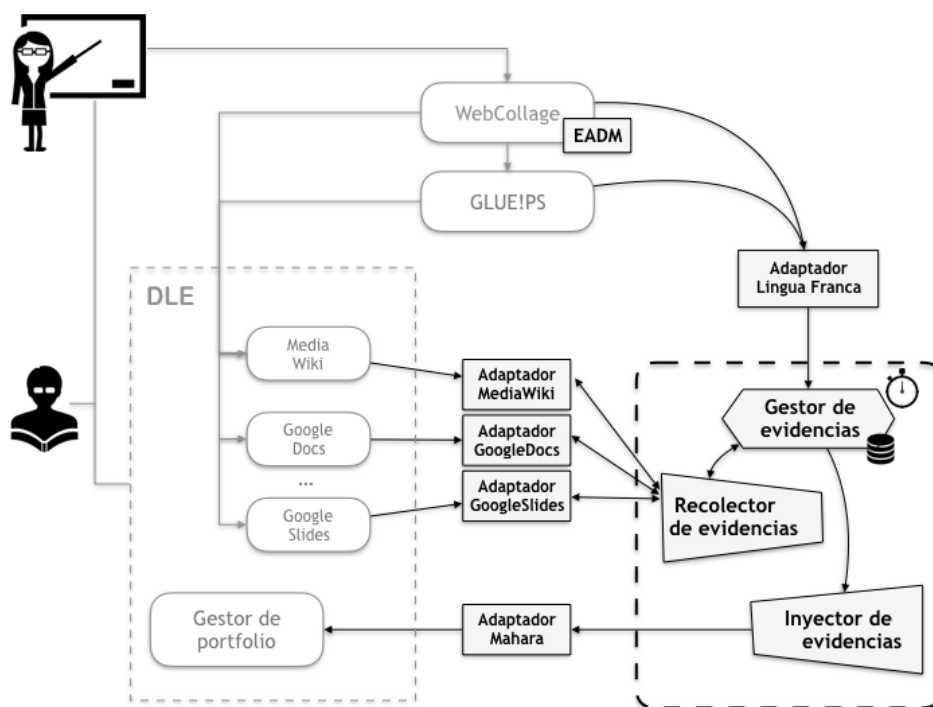


FIGURA B.1: Prototipo implementado para el soporte de MASUP B32 con Mahara como gestor de portfolio

Sin embargo, durante el tercer ciclo de evaluación, se decide extender esta experiencia me-



FIGURA B.2: Toma de datos en la experiencia de evaluación MASUP B32 usando Mahara

diante la inclusión de las evidencias educativas recolectadas en Mahara¹, con el fin de que la profesora pudiera valorar las similitudes y diferencias entre ambos gestores de portfolio digital. Esta modificación en la configuración del prototipo se refleja en la Figura B.1.

Una vez que estuvo lista esta representación alternativa de la información, se recogió la opinión de la profesora a través de un formulario ([Cuest E1]), que posteriormente se comentó en una sesión sobre la misma ([Obs E1]).

De esta forma, esta continuación de la experiencia inicial se centra únicamente en el tercer tópico de evaluación: la adecuación de la solución presentada para el apoyo de los propósitos del portfolio.

Esta ejecución en dos pasos separados en el tiempo sirvió también para incorporar a la solución la realimentación recibida de la profesora en la primera iteración, detallada en la Sección 5.4.3.

Así, Las evidencias recolectadas durante el período lectivo de la asignatura MASUP B32 se inyectan en Mahara, generando vistas que mejoran algunas debilidades identificadas por la

¹<https://mahara.org/>

The screenshot shows the Mahara interface from a teacher's perspective. At the top, the Mahara logo is on the left, and the user's name 'Alejandra Martínez' is on the right, along with 'Ajustes', '0', and 'Cerrar sesión'. Below the header is a navigation menu with 'Dashboard', 'Contenido', 'Mi Portafolio', and 'Grupos'. A search bar labeled 'Buscar cuentas' is on the right. The main content area features a profile for 'Ana MASUP' with a profile picture and a name label. Below this is an 'About me' section with 'Primer Nombre: Ana' and 'Apellido: MASUP'. The 'Ana MASUP's portfolios' section lists several activities, such as 'Actividad 1.1. Propuesta de proyecto individual Propuesta de idea para el proyecto de investigaci...', 'Actividad 2.1 Propuesta de idea para el proyecto de investigación-acción (Grupal) realizada por ...', 'Actividad 2.2 Propuesta de plan de Investigación-acción realizada por Ana, Irene, Sonia Puedes C...', 'Actividad 2.3 Revisión entre pares realizada por Ana, Irene, Sonia Puedes consultar la descripci...', and 'Actividad 2.4'. Annotations with arrows point to the 'Vista del profesor' label, the student's name 'Ana MASUP', the 'Alumno a evaluar' label, and the list of activities labeled 'Conjunto de actividades en las que ha participado el alumno'.

FIGURA B.3: Vista del profesor sobre el portfolio de uno de sus alumnos

profesora en el caso de MediaWiki. Por ejemplo, se incluye junto con cada muestra de trabajo la información relativa a su autoría (alumno o grupo de alumnos que la realizaron), actividad en la que se generó esa evidencia y objetivos de aprendizaje evidenciados. El resultado puede observarse en las capturas de pantalla contenidas en las Figuras B.3 y B.4. Los resultados de la evaluación de este escenario en el tercer ciclo DSRM de esta tesis se recogen en la Sección 5.5.3.

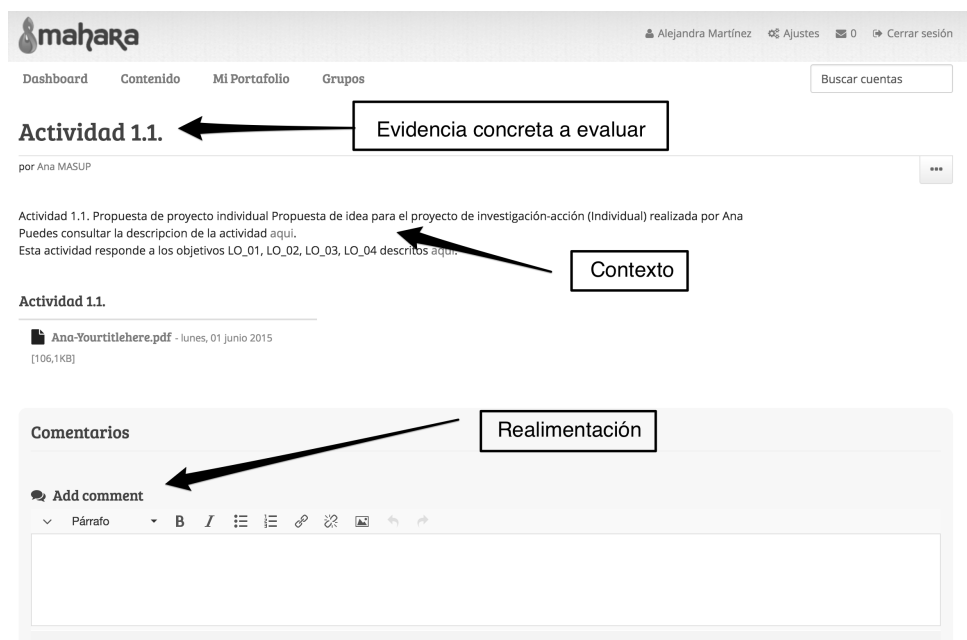


FIGURA B.4: Vista del profesor sobre una evidencia concreta a evaluar en uno de sus alumnos

Apéndice C

ESTUDIO DE LA ASIGNATURA *Educación para la Salud*

Como parte del tercer ciclo de evaluación de esta tesis, se considera la asignatura *Educación para la salud*, una asignatura del Grado en Enfermería de la Universidad de Valladolid. La principal razón de esta elección es el gran número de alumnos matriculados en la misma (120). Adicionalmente, se añade gracias a esta experiencia un nuevo contexto educativo (la Facultad de Enfermería) y un punto de partida diferente para los docentes, puesto que se trata de profesores sin experiencia previa en diseño de actividades educativas colaborativas. Durante la puesta en marcha de la asignatura, los alumnos se agrupan progresivamente en grupos de 5 y 10 personas, que conforma una pirámide en dos niveles, cuyas actividades se detallan en la Tabla C.1.

TABLA C.1: Plan de actividades en Educación para la Salud

Actividad	Descripción	Autoría	Herramienta
1	Determinación de objetivos en grupo pequeño	Grupo de 5	GoogleDocs
2	Consenso en grupo grande	Grupo de 10	GoogleDocs

El enfoque de esta experiencia de evaluación es muy similar al escogido para OT1, descrito en la Sección 5.5. El prototipo empleado se dibuja en la Figura C.1, y los datos recogidos a lo largo de la misma se incluyen en la Figura C.2. En este caso, puesto que el elemento diferenciador del escenario es el número de alumnos, se enfoca la evaluación en la escalabilidad de la solución y el impacto de la misma en la carga de trabajo de los profesores. Es por esto que el diseño basado en EADM será completado por la autora de esta memoria, sin involucrar a los profesores en esta fase de diseño de la experiencia.

Una vez identificada la relación entre muestras de trabajo y objetivos de aprendizaje, se explota la información de despliegue disponible para recopilar las evidencias de forma automática y presentar los resultados a los profesores centralizados en MediaWiki. La valoración de ambos profesor de esta presentación de final la información se recoge través de un formulario web ([Cuest E1] - A, [Cuest E1] - B), rellenado de manera independiente y anónima por los dos profesores de la asignatura. Este formulario está orientado únicamente al análisis de dos de los tópicos que forman parte del diseño de evaluación de la presente tesis: apoyo al despliegue y apoyo a los propósitos del portfolio.

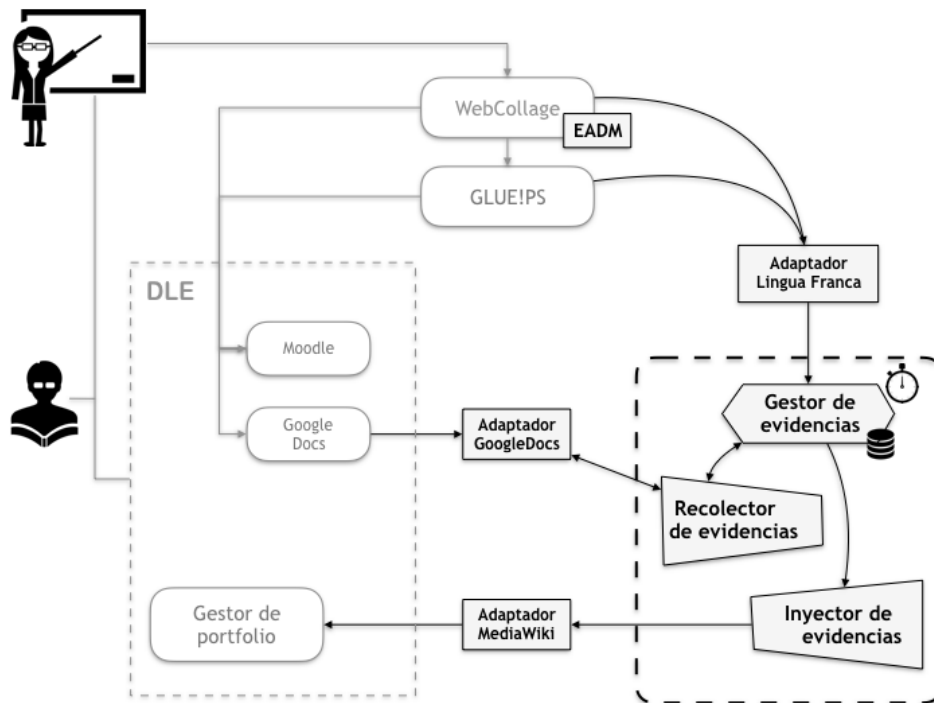


FIGURA C.1: Prototipo implementado para el soporte de EPS

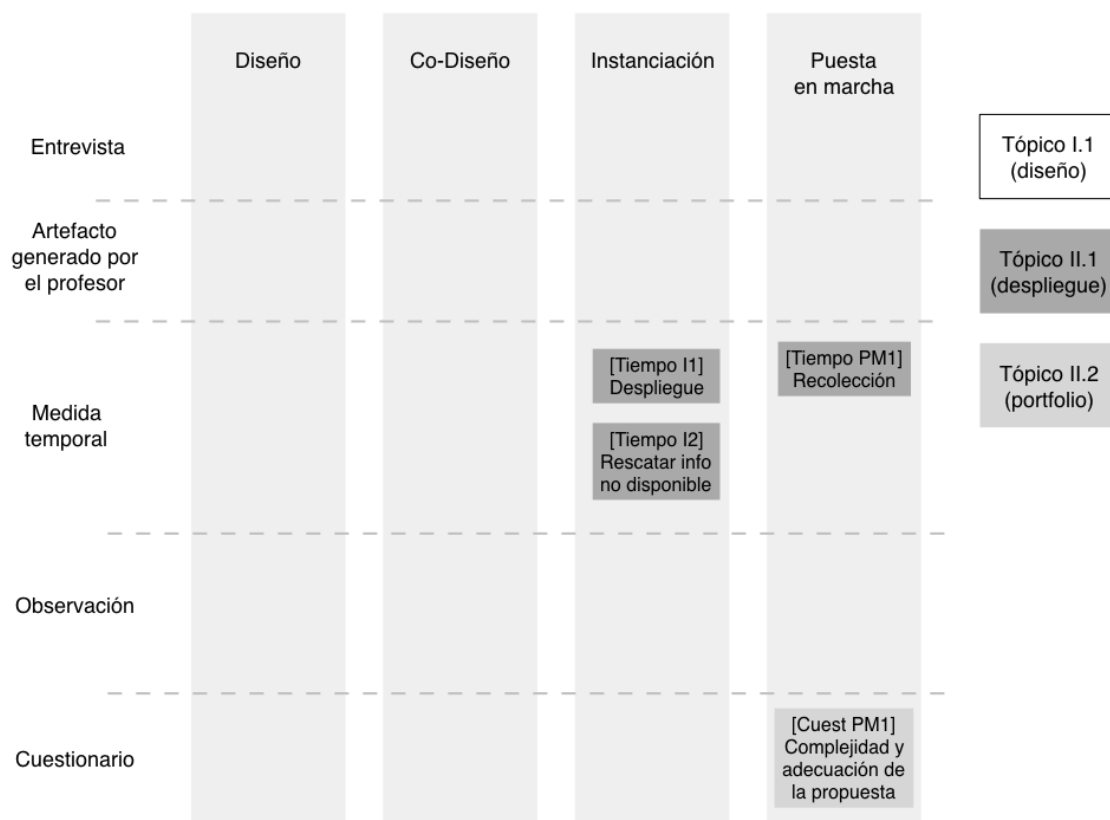


FIGURA C.2: Toma de datos en la experiencia de evaluación EPS

Apéndice D

ESTUDIO DE LA ASIGNATURA *Radiodeterminación*

La última experiencia de evaluación del tercer ciclo de esta tesis sigue un patrón similar al descrito en el Apéndice C. En este caso, *Radiodeterminación* añade otro contexto (Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones) y una herramienta más (Google Draws), puesto que se trata de una asignatura del tercer año del Máster en Ingeniería de Telecomunicación. La pirámide en dos niveles que conforma el flujo de actividades de *Radiodeterminación* se refleja en la Tabla D.1

TABLA D.1: Plan de actividades en Radiodeterminación

Actividad	Descripción	Autoría	Herramienta
1.1	Simular los tres esquemas de receptores	Grupo de 3	Matlab
1.2	Buscar posibles aplicaciones	Grupo de 3	-
1.3	Crear póster	Grupo de 3	Google Draws
2.1	Revisión de póster de compañeros	Clase	Comentarios sobre Google Draws
2.2	Debate	Clase	-

En este caso, el soporte tecnológico es limitado, puesto que la mayoría de las actividades se realizan de manera presencial en la clase. Concretamente, sólo una de las actividades producirá una evidencia educativa de interés para la profesora: la creación del póster sobre Google Draws.

Esta actividad se pone en marcha a la vez que *Educación para la salud* y sigue, por lo tanto, las mismas pautas, representadas en las Figuras D.1 y D.2. De nuevo en este caso, el diseño basado en EADM será completado por la autora de esta memoria, sin involucrar a la profesora en esta fase de diseño de la experiencia.

Una vez identificada la relación entre evidencias educativas y sus objetivos, se explota la información de despliegue disponible para recopilar los pósteres de forma automática y presentarlos a la profesora, centralizados en MediaWiki. La valoración de María de esta presentación de final la información se recoge través de un formulario web ([Cuest E1]). Al ser el mismo formulario que en *Educación para la salud* (Apéndice C), este formulario recoge únicamente opiniones relativas al apoyo al despliegue y el apoyo a los propósitos del portfolio.

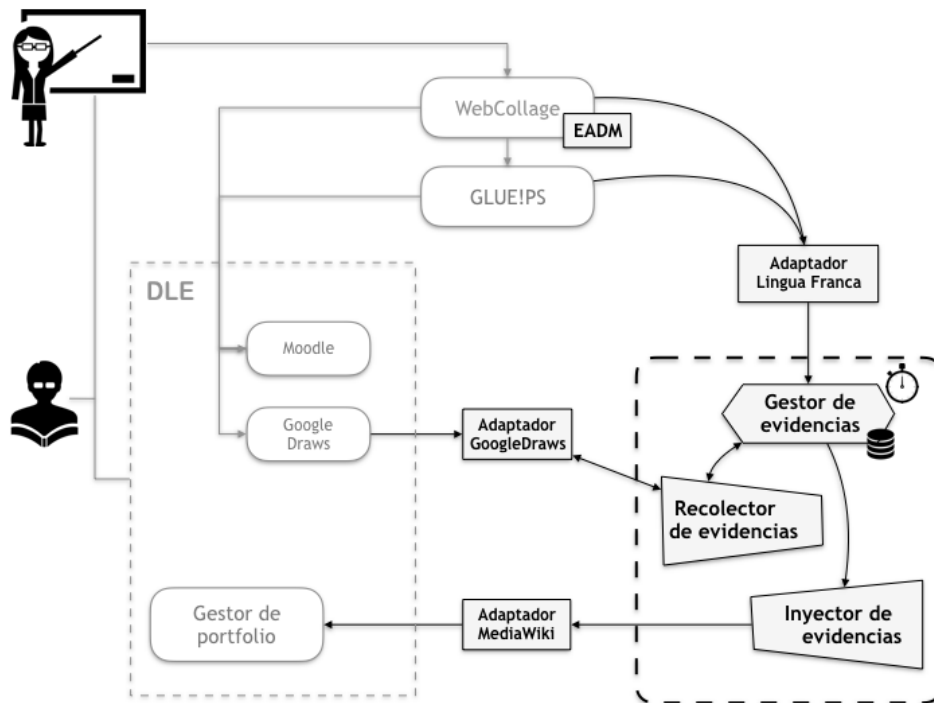


FIGURA D.1: Prototipo implementado para el soporte de EPS



FIGURA D.2: Toma de datos en la experiencia de evaluación EPS