



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

Estudio sistemático de mapeo sobre evaluación de competencias mediante la extracción de indicadores procedentes de los registros de actividad de los entornos de aprendizaje virtuales

Trabajo de Investigación

Antonio Balderas Alberico

15 de diciembre de 2013



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

Itinerario Formativo de Doctorado 7009 - Doctorado en Ingeniería y Arquitectura

Trabajo de Investigación

Estudio sistemático de mapeo sobre evaluación de competencias mediante la extracción de indicadores procedentes de los registros de actividad de los entornos de aprendizaje virtuales

- Departamento: Ingeniería Informática
- Autor: Antonio Balderas Alberico
- Tutor: Manuel Palomo Duarte

Cádiz, 15 de diciembre de 2013

Índice general

1. Introducción	1
2. Metodología	3
2.1. Justificación	3
2.2. Preguntas de investigación	4
2.3. Protocolo de revisión	4
2.3.1. Motores de búsqueda	4
2.3.2. Términos de búsqueda	5
2.3.3. Criterios de selección	6
2.3.4. Esquema para la extracción de datos	6
2.3.5. Visualización y análisis de los datos	8
3. Resultados	9
3.1. Localización de la literatura	9
3.2. Extracción de los datos	10
3.3. Categorización del estudio	13
3.4. Esquema de clasificación	16
3.4.1. CLO and rubrics	16
3.4.2. Peer and self eAssessment	16
3.4.3. GBL	17
3.4.4. eAssessment and reviews	18
4. Respuestas	23
5. Trabajo en curso y futuro	27
5.1. EvalCourse	27
5.2. Experiencia piloto	28
5.3. Trabajo futuro	29
6. Conclusiones	31
Bibliografía y referencias	37
I Apéndice	39
GNU General Public License	41

ÍNDICE GENERAL

Indice de figuras

3.1. Distribución de las publicaciones por años	11
3.2. Distribución de publicaciones según el medio en el que fueron publicados	12
3.3. Distribución de publicaciones por tratamiento del problema	14
3.4. Ámbito de trabajos distribuidos según tipo de investigación y según tipo de contribución.	15
5.1. Esquema lógico de EvalCourse	28
5.2. Consulta realizada en EvalCourse para obtener la participación en foros	28

INDICE DE FIGURAS

Indice de tablas

2.1. Resumen de búsqueda de bibliografía	6
3.1. Bibliotecas digitales utilizadas, palabras de búsqueda utilizadas en cada uno y número de resultados obtenidos	10
3.2. Clasificación de trabajos una vez aplicados los criterios de selección y exclusión	10
3.3. Cantidad de trabajos publicados cada año	11
3.4. Cantidad de trabajos según el medio en el que fueron publicados	12
3.5. Distribución de las publicaciones	13
3.6. Distribución de publicaciones por tratamiento del problema	14
3.7. Distribución de publicaciones por tratamiento del problema	21
4.1. Alias utilizados para las competencias	24
4.2. Primer cuadro de competencias - herramientas - técnicas	25
4.3. Segundo cuadro de competencias - herramientas - técnicas	26

INDICE DE TABLAS

Capítulo 1

Introducción

En los últimos años, el interés en la evaluación del aprendizaje ha cambiado del conocimiento a las competencias. Proyectos como el *Tuning Educational Structures in Europe*, apoyado por el Lifelong Learning Program de la Unión Europea, muestran la importancia de utilizar el concepto de competencia como base para los resultados de aprendizaje. Las competencias de aprendizaje son habilidades que un alumno ha de ser capaz de demostrar una vez que termina su formación. Estas competencias de aprendizaje se dividen en dos grupos: específicas y genéricas. Competencias específicas son aquellas relacionadas directamente con la utilización de conceptos, teorías o habilidades propias de un área en concreto, mientras que las competencias genéricas son habilidades, capacidades y conocimientos que cualquier estudiante debería desarrollar independientemente de su área de estudio [18]. Aunque obviamente sigue siendo muy importante el desarrollo del conocimiento específico de cada área de estudio, es un hecho que el tiempo y la atención también deben dedicarse al desarrollo de las competencias genéricas. Igualmente es importante reconocer la aplicación de dichas habilidades genéricas fuera del ámbito académico, ya que son cada vez más relevantes para la preparación de estudiantes para su futuro papel en la sociedad, en términos de empleabilidad y ciudadanía.

Sin embargo, evaluar ciertas competencias genéricas es a menudo una tarea bastante subjetiva, lo que es problemático tanto para el profesor como para los alumnos. A menos que una competencia genérica está directamente enlazada a una actividad específica, éstas son difíciles de evaluar. Desarrollar un procedimiento detallado para la evaluación en el desempeño de los estudiantes en las competencias genéricas es una actividad compleja y que requiere mucho tiempo por los diferentes aspectos a tener en cuenta. Si el profesor apenas tiene tiempo suficiente durante el curso académico para cumplir su planificación y evaluar todas las tareas, exámenes o trabajos que los alumnos han tenido que realizar para demostrar la adquisición de competencias específicas en una asignatura, difícilmente podrá asumir la carga adicional que supone una evaluación detallada, objetiva y justificada de determinadas competencias genéricas. Por lo que, aunque un alumno haya superado una asignatura, no siempre se podría garantizar que éste sea capaz de desempeñar las competencias genéricas recogidas en su plan de estudios.

Debido a la rápida transformación de una sociedad que se basa en el conocimiento y a los sistemas de educación, vivimos en un contexto donde las habilidades demandadas son cambiantes. Cada vez es más evidente que los planes de estudio, y con ellos las estrategias de evaluación, deben centrarse en un enfoque más integral de las competencias genéricas y específicas. Las TIC ofrecen muchas oportunidades para el apoyo a los formatos de evaluación que pueden capturar habilidades complejas y competencias que son difíciles de evaluar [45]. Si los planes de estudio y los objetivos de aprendizaje han cambiado, también deberían hacerlo las prácticas de evaluación [43].

El ámbito de nuestro trabajo está relacionado con los entornos de aprendizaje virtual: LMS y VLE (LMS, Learning Management System y VLE, Virtual Learning Environment). Los entornos LMS o VLE

pueden ser tanto entornos monolíticos y holísticos donde se desarrollan y gestionan experiencias virtuales, como ser un entorno basado en las tecnologías semánticas y *linked data*, y estar constituidos por una miríada de herramientas, plataformas y servicios independientes [14]. Estos entornos están diseñados especialmente para incluir no sólo tareas individuales, sino también tareas colaborativas como foros o wikis. *Un foro es una aplicación web que da soporte a discusiones u opiniones en línea* (Wikipedia), mientras que *un wiki es un tipo de página web que brinda la posibilidad de que multitud de usuarios puedan editar sus contenidos a través del navegador web, con ciertas restricciones mínimas* (Wikipedia). Todos ellos son muy empleados como soporte para clases presenciales, haciendo más fácil la comunicación con los estudiantes y manteniendo siempre disponibles las actividades y recursos para el tema [56, 35]. Además, son ampliamente utilizados hoy en día por los centros educativos a todos los niveles, facilitando la descontextualización y fomentando en muchos casos una motivación extra del estudiante mediante un juego (GBL) con un posible componente competitivo [7, 9, 39].

Cuando el número de alumnos es elevado, se hace mucho menos escalable la evaluación para el profesor. Por ejemplo, este tipo de situaciones se suele dar en los MOOC (Massive Open Online Course), cuya filosofía es la liberación del conocimiento, para que este llegue a un público más amplio, y para el que se suelen ofrecer plazas ilimitadas [26, 34]. Este tipo de curso, que también se caracteriza por ser de carácter abierto y gratuito, y con materiales accesibles de forma gratuita, presenta evidentes problemas de escalabilidad cuando la evaluación no está automatizada [21].

En los LMS, cada archivo subido, cada actividad realizada, cada acceso al sistema o cada comentario escrito en un foro por los estudiantes queda registrado en el sistema. Según [12, 16] la recopilación de los rastros de interacción producidos por estos entornos TEL (Technology Enhanced Learning), aunque con su correspondiente filtrado, puede ser una información muy valiosa para obtener indicadores del desempeño de los alumnos en competencias genéricas.

El objetivo de este trabajo de investigación es realizar un análisis de la literatura para conocer hasta qué punto la ciencia informática se ha ocupado de la evaluación de competencias genéricas, prestando especial atención en aquellos trabajos que realicen dicha evaluación de manera automatizada aprovechando las prestaciones de las nuevas tecnologías. Consideramos que la información almacenada en la base de datos de un LMS puede ser aprovechada para extraer indicadores que proporcionen una medida objetiva del desempeño de los alumnos en ciertas competencias genéricas. ¿Cuántos trabajos han tratado esta problemática anteriormente? ¿Qué competencias pueden ser evaluadas de manera automática? Todas estas dudas, serán planteadas de manera formal en el siguiente capítulo, donde se darán las indicaciones de la metodología seguida. A continuación se mostrarán los resultados, las respuestas a las preguntas, el trabajo futuro y por último las conclusiones y la bibliografía utilizada.

Capítulo 2

Metodología

Un *Estudio Sistemático de Mapeo* (SMS, Systematic Mapping Study), es una amplia revisión de los estudios primarios en un área específica cuyo objetivo es identificar alguna evidencia sobre el tema. Este estudio se basa en las directrices publicadas en la metodología propuesta por Kitchenham [23]. Esta metodología describe cómo se deben planificar, ejecutar y presentar los resultados de una revisión de la literatura en ingeniería del software. Para este trabajo se ha utilizado la propuesta de Petersen [40].

Es importante seguir un procedimiento sistemático para llevar a cabo una revisión rigurosa de la literatura. En un primer momento, se trató de seguir la clasificación aportada por [46] para el ámbito de aplicación de la contribución. En él se plantea una división generacional:

- Primera generación: administración y calificación automatizada de pruebas convencionales
- Segunda generación: pruebas adaptativas
- Tercera generación: evaluación integrada continua
- Cuarta generación: retroalimentación tutorizada y personalizada

Sin embargo, la selección de la literatura realizada en este trabajo, no se adaptaba a esta categorización, por lo que finalmente los artículos fueron agrupados según el tipo de herramienta, modelo, paradigma o discusión que planteaban. La clasificación final fue:

- Course's Learning Outcomes (CLO) and rubrics: trabajos que evalúan las competencias genéricas de los alumnos a partir de rúbricas de los resultados del trabajo de los alumnos
- Peer and self eAssessment: trabajos que delegan la función de evaluar competencias genéricas en los compañeros o en la autoevaluación
- Game-Based Learning (GBL): trabajos que se basan en juegos para la evaluación de competencias genéricas
- eAssessment and reviews: resto de trabajos que agrupan propuestas para la evaluación de competencias genéricas mediante el uso de la tecnología

2.1. Justificación

El motivo de este trabajo, tal como se describió en la introducción, es la localización de trabajos relacionados con la tecnología para la mejora del aprendizaje (TEL) cuyo fin sea la evaluación de competencias de manera automática. En la era de la Web 2.0, se está popularizando la integración y personalización de contenidos web de diferentes fuentes. Esta integración y personalización podría impulsar la

implementación de pasarelas con fines de educación avanzada, y así convertir los datos en accesibles y reutilizables [55].

Los LMS ó VLE almacenan información de estudiantes, profesores, cursos, tareas, trabajos, etc. Estos elementos se relacionan y configuran para ofrecer al usuario una experiencia de curso virtual. Haciendo todos estos datos almacenados accesibles, se podría sacar partido a los mismos con fines científicos. Y tal como se comentó en la introducción, para que esta evaluación de competencias sea escalable y más aún cuando el número de alumnos es importante, no queda otra alternativa que hacerlo de manera automatizada.

2.2. Preguntas de investigación

En este punto, hemos de plantearnos cuáles son las cuestiones que necesitamos resolver para llevar a cabo nuestra investigación. Necesitamos saber en qué punto se haya el desarrollo por parte de la comunidad científica en lo que se refiere al uso de los registros de los entornos de aprendizaje para evaluar las competencias genéricas. Para ello planteamos la primera pregunta: *¿Cuáles son las competencias que se han evaluado de forma automática o asistida por ordenador a partir del uso de los entornos virtuales?*

Además, necesitamos saber de qué forma lo hace, qué métodos y técnicas se utilizan para este fin. Para eso se plantean las preguntas segunda (*¿Qué herramientas o metodologías se utilizan para evaluar competencias mediante el uso de los entornos virtuales?*) y tercera (*¿Con qué técnicas se pueden obtener evidencias objetivas del desarrollo de las siguientes competencias en un entorno virtual?*).

Finalmente se necesita saber si los registros de interacción de un sistema LMS se están utilizando para la evaluación: *¿Son utilizados los registros de actividad de los entornos virtuales para la evaluación?*.

En resumen, las preguntas de investigación son las siguientes:

1. *¿Cuáles son las competencias que se han evaluado de forma automática o asistida por ordenador a partir del uso de los entornos virtuales?*
2. *¿Qué herramientas o metodologías se utilizan para evaluar competencias mediante el uso de los entornos virtuales?*
3. *¿Con qué técnicas se pueden obtener evidencias objetivas del desarrollo de las siguientes competencias en un entorno virtual?*
4. *¿Son utilizados los registros de actividad de los entornos virtuales para la evaluación?*

2.3. Protocolo de revisión

La definición del protocolo de revisión requiere la realización de una serie de acciones para obtener la bibliografía de nuestro estudio. Comenzaremos indicando los motores de búsqueda que vamos a utilizar, qué términos de búsqueda utilizaremos en dichos motores y las herramientas de soporte a la revisión. Además se mostrarán qué criterios de inclusión de la bibliografía se siguen y el procedimiento de selección.

2.3.1. Motores de búsqueda

Una vez que las preguntas de la investigación se han establecido, hay que identificar con precisión la estrategia de búsqueda a seguir. En nuestro procedimiento, para encontrar la bibliografía, se realizarán

consultas en las siguientes bibliotecas digitales: Wiley Online Library, World Scientific Net, Springer, ACM Digital Library, IEEE Digital Library (Xplore) y Scopus.

2.3.2. Términos de búsqueda

Existen muchos términos que pueden utilizarse para referirse a la evaluación de competencias genéricas de manera automatizada o asistida. Por la naturaleza de nuestro trabajo, debemos contemplar siempre en las palabras de búsqueda los términos *assessment* y *generic skills* o *generic competences*. Realizar la búsqueda por el término *Assessment of generic skills* o *assessing generic skills* nos planteaba la primera problemática, y es que el número de artículos devueltos era muy reducido. Por ejemplo, en la *Wiley Online Library* la búsqueda del término exacto *generic skills assessment* devolvió un único resultado. Sin embargo, debilitar la búsqueda con términos como *generic competences* o *generic skills* junto con la palabra *assessment* daba un número de resultados muy elevado. En la misma biblioteca, buscar por los términos “*generic skills*“ and *student and assessment* nos devolvía 609 resultados. En primera instancia se probó añadiendo términos como *E-Learning*, *computer-assisted* o *mobile learning*. Sin embargo, incluir términos de este tipo reducían también drásticamente el número de resultados obtenidos en la búsqueda, no llegando a obtenerse bibliografía más significativa que si no se incluyen. Por tanto, a tenor de las pruebas se decide eliminar de la búsqueda ese tipo de términos. Por otro lado, sí se incluyen acrónimos de diferentes entornos virtuales relacionados con las TEL, como son: *TEL*, *LMS*, *ICT* (Information and Communications Technology), *CBI* (Content-Based Instruction). Y tras varias pruebas, se descartan también de la búsqueda términos como ‘*ICE* (Integrated Collaboration Environment) y *CSCL* (Computer Supported Collaborative Learning), debido a que son términos que en conjunción con los términos principales de nuestra búsqueda no suelen aparecer y los resultados de estas búsquedas eran nulos. Un ejemplo de esto se refleja en una de las consultas realizadas en *Scopus*, dónde los términos ((“*student assessment*“ OR “*assessment of students*“) AND (“*generic skills*“ OR “*generic competences*“) AND *CSCL* no devolvían ningún resultado. La combinación de los términos de búsqueda empleados en la investigación, así como a los motores de búsqueda que fueron aplicados en cada una pueden comprobarse en la tabla 2.1.

SOURCE	SEARCH TERMS	SEARCH SCOPE
Wiley Online Library	assessment AND “generic competences“ OR “generic skills“ AND (TEL OR ICT OR CBI)	in All Fields
World Scientific Net	“generic competences“ OR “generic skills“ AND assessment	Anywhere in article
Springer	(“generic skills“ OR “generic competences“) AND students AND (TEL OR CBI OR ICT)	All fields (Including full text)
ACM Digital Library	(assessment and “generic skills“) and (TEL or LMS or ICT or CBI)	Any field (title, abstract, review)
ACM Digital Library	(assessment and “generic competences“) and (TEL or LMS or ICT or CBI)	Any field (title, abstract, review)
IEEE Digital Library (Xplore)	((TEL or LMS or ICT or CBI) AND (“generic skills“ OR “generic competences“)) AND assessment)	Full text and metadata
Scopus	((TEL or LMS or ICT or CBI) AND (“generic skills“ OR “generic competences“)) AND assessment)	All fields (Including full text)

Tabla 2.1: Resumen de búsqueda de bibliografía

2.3.3. Criterios de selección

Para determinar si un trabajo debía formar parte de nuestra selección de estudios primarios se leyó tanto el título, como el resumen y las palabras clave. En ocasiones esto no fue suficiente, siendo necesario complementar la lectura anterior con una somera la lectura del artículo completo y más detallada de la introducción y las conclusiones. Nuestra búsqueda se centró en la localización de los trabajos que, habiendo sido obtenidos en el proceso de búsqueda anterior, vayan en línea con nuestro estudio y puedan ayudarnos a resolver las preguntas de investigación. Para ello, se realizó la proyección de los trabajos seleccionados utilizando los siguientes criterios de exclusión:

- Off Topic: trabajo no relacionado directamente con nuestra investigación. Son trabajos, que aún satisfaciendo los criterios de búsqueda porque de alguna forma se mencionan en el texto, su contribución no está relacionada con la temática de este estudio.
- Unsupported Language: trabajo escrito en un lenguaje diferente al inglés o español. La mayoría de los textos son en inglés, por lo que este criterio de descarte apenas es utilizado.
- Duplicated: trabajos cuya contribución principal está recogida en otros trabajos ya incluidos.
- Unread: trabajo que no ha podido ser leído. Son textos que no han sido leídos al no estar disponible para su lectura en las bibliotecas digitales a las que se tiene acceso desde la Universidad de Cádiz ni se ha podido encontrar por otros medios (petición por correo a los autores, búsqueda en otros repositorios de Internet, etc).

2.3.4. Esquema para la extracción de datos

Para la extracción de la información se han dividido los trabajos de acuerdo a los siguientes tres aspectos: tipo de investigación, tipo de contribución y ámbito de aplicación de la investigación. A continuación se discute esta clasificación.

Tipo de investigación

Esta clasificación hace referencia al tipo de trabajo de investigación llevado a cabo por el/los investigador/es. Existen diferentes enfoques para la clasificación de los trabajos según el tipo de investigación que desarrollan. Algunos de estos sistemas de clasificación son los propuestos por Wieringa [54] y Hevner [20]. Usamos el primero, ya que es el recomendado en el estudio sistemático de mapeo descrito por Petersen [40].

- Solución propuesta (*proposal of solution*): se propone una solución para un problema; la solución puede ser innovadora o una extensión significativa de una técnica existente. Los posibles beneficios y la aplicabilidad de la solución se demuestran por un pequeño ejemplo o una buena línea de argumentación.
- Validación de investigación (*validation research*): las técnicas investigadas son nuevas y todavía no se han aplicado en la práctica. Estas técnicas podrían ser por ejemplo los experimentos, es decir, el trabajo realizado en un laboratorio.
- Evaluación de la Investigación (*evaluation research*): las técnicas se aplican en la práctica y se lleva a cabo una evaluación de la técnica. Se muestra cómo se implementa la técnica en la práctica (implementación de la solución) y cuáles son las consecuencias de la aplicación en términos de ventajas y desventajas (evaluación de implementación).
- Artículos de Experiencia (*experience papers*): trabajos que explican qué y cómo algo se ha llevado a cabo en la práctica. Basado en la experiencia personal del autor.
- Artículos de opinión (*opinion papers*): estos trabajos expresan la opinión personal de alguien acerca de la bondad o viabilidad de una determinada técnica, o cómo se deben realizar las cosas. No se basan en metodologías de trabajo y de investigación relacionadas.
- Trabajos filosóficos (*philosophical papers*): estos trabajos esbozan una nueva forma de ver las cosas existentes, estructurando el campo en forma de una taxonomía o un marco conceptual.

Tipo de contribución

En este apartado se clasifican los trabajos según el tipo de contribución que realizan estos al ámbito en el que se desarrollan. Una vez realizado el estudio sistemático de la literatura y habiendo seleccionado los artículos, se realiza una clasificación en base a la aportación de éstos. El uso de algunos términos puede ser confuso, debido a la interpretación que hace el autor del mismo. Algunos de estos términos son framework, modelo, estrategia, proceso, procedimiento, método o metodología. Nuestra clasificación es la siguiente:

- Modelo (*model*): es una representación de procesos, modelos o sistemas pertenecientes a un supra-sistema, cuyo fin es el análisis de interacción de ellos para mantener una relación flexible que les permita cumplir su función particular y cumplir la función de dicho supra-sistema.
- Proceso (*process*): contempla aquellos trabajos cuya contribución sea descrita por los autores como una serie de pasos.
- Herramienta (*tool*): se utiliza para los artículos que presentan un software independiente o una extensión de algún otro programa.

- Framework (*framework*): aquí se consideran aquellos trabajos que contribuyen con una combinación de los elementos anteriores (es decir, con un modelo, un proceso y una herramienta).
- Técnica (*technique*): un procedimiento utilizado para llevar a cabo una actividad o tarea específica. Podría venir acompañado de una herramienta de apoyo.

Ámbito de aplicación de la investigación

Además de las clasificaciones anteriores, es necesario recoger más información acerca de los conceptos que representan la contribución de la investigación. Para ello se recoge información sobre el ámbito de la evaluación de competencias sobre el que se aplica cada contribución. Una vez recogida esta información, se agrupan según sus similitudes, quedando finalmente la siguiente clasificación:

- Resultados de aprendizaje del curso y rúbricas (*CLO and rubrics*): los resultados de aprendizaje del curso se evalúan mediante rúbricas o plantillas de evaluación que miden el rendimiento de los alumnos. Esto proporciona al docente un indicador de sus logros de aprendizaje de cada alumno. Las rúbricas pueden estar o no en soporte informático, pero generalmente no aprovechan la tecnología para automatizar tareas.
- Evaluación entre iguales y autoevaluación (*peer and self eAssessment*): uno de los problemas con los que se encuentran los profesores es la escalabilidad de la tarea de evaluación de competencias cuando el grupo de alumnos es grande. Hay un gran conjunto de trabajos, que aunque se apoyen en la tecnología para realizar alguna actividad, tienen el problema de que la evaluación ha de ser manual. En estos casos, mediante la autoevaluación o evaluación entre iguales los estudiantes se evalúan. De esta manera no sólo descargan de trabajo al profesor haciendo esta evaluación, sino que además se fomenta la capacidad crítica y de análisis del alumno.
- Aprendizaje basado en juegos (*GBL*): el aprendizaje basado en juegos se sirve de juegos que están diseñados expresamente para enseñar al usuario acerca de ciertos temas, ampliar conceptos o reforzar el desarrollo o aprendizaje de una habilidad mientras juegan. En ellos los alumnos tienen que completar diferentes pruebas o fases obteniendo puntos en cada una de ellas. Por cada prueba o fase superada, el jugador, o alumno en este caso, obtendrá una serie de puntos. Se podrá decir que un alumno ha alcanzado el nivel de madurez necesario en una competencia si alcanza una predefinida puntuación.
- E-Evaluación y revisiones (*eAssessment and reviews*): trabajos en los que se obtienen indicadores del desempeño de estudiantes en una o varias competencias de manera automática mediante el uso de algún software. Además se muestran otros trabajos sobre la situación actual en la evaluación de competencias genéricas, su importancia actual y sobre un conjunto de técnicas, metodologías o herramientas que se han desarrollado y utilizado.

2.3.5. Visualización y análisis de los datos

Tras obtener los estudios primarios, hay una etapa de análisis, donde se resumen los datos extraídos para así responder a las preguntas de investigación planteadas. El análisis de los resultados se centra en el estudio de las publicaciones para cada categoría y por lo tanto, la determinación del grado de cobertura de cada categoría. Esta información generalmente se resume en tablas y/o gráficos. Otro método utilizado en nuestro estudio es la combinación de diferentes categorías (por ejemplo, el ámbito de investigación contra el tipo de contribución) y mostrarlos en un mapa sistemático en la forma de un gráfico de burbujas. En el siguiente capítulo se mostrarán los resultados obtenidos.

Capítulo 3

Resultados

A continuación se muestran los resultados del estudio tal y como se describieron en la sección anterior. Comienza el capítulo con la localización de los estudios primarios, para continuar con la extracción de los datos de estudio, mostrándose varios gráficos o tablas que justifican la información mostrada. Finalmente se categorizan los estudios y se muestra el esquema de clasificación resultante.

3.1. Localización de la literatura

En la tabla 3.1 se muestran las búsquedas realizadas en las bibliotecas digitales más importantes en ciencias de la computación, los términos de búsqueda utilizados y el número de documentos obtenidos. En cada biblioteca, se utilizaron los formularios de búsqueda avanzada y los resultados fueron obtenidos a fecha 17 de septiembre de 2013. Toda la información de búsqueda de este SMS está disponible para su consulta ¹.

En total se recopilaron 468 trabajos para ser revisados. El número de estudios primarios resultante (después de aplicar criterios de selección y exclusión) fue de sólo 32 trabajos (casi un 7% del total de trabajos recopilados). Aunque hay muchos trabajos que tratan las competencias genéricas desde diferentes perspectivas, son muy pocos los que abordan su evaluación con apoyo de tecnología. De ahí estos resultados, cuya primera y optimista interpretación es que pudiera haber un amplio nicho de investigación. Los resultados de esta clasificación pueden verse en la tabla 3.2.

¹<http://sms.antoniobalderas.es>

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

FUENTE	TÉRMINOS DE BÚSQUEDA	ÁMBITO DE BÚSQUEDA	RESULTADOS
Wiley Online Library	assessment AND “generic competences“ OR “generic skills“ AND (TEL OR ICT OR CBI)	in All Fields	140
World Scientific Net	“generic competences“ OR “generic skills“ AND assessment	Anywhere in article	20
Springer	(“generic skills“ OR “generic competences“) AND students AND (TEL OR CBI OR ICT)	All fields (Including full text)	142
ACM Digital Library	(assessment and “generic skills“) and (TEL or LMS or ICT or CBI)	Any field (title, abstract, review)	57
ACM Digital Library	(assessment and “generic competences“) and (TEL or LMS or ICT or CBI)	Any field (title, abstract, review)	15
IEEE Digital Library (Xplore)	((TEL or LMS or ICT or CBI) AND (“generic skills“ OR “generic competences“)) AND assessment)	Full text and metadata	48
Scopus	((TEL or LMS or ICT or CBI) AND (“generic skills“ OR “generic competences“)) AND assessment)	All fields (Including full text)	47
TOTAL			468

Tabla 3.1: Bibliotecas digitales utilizadas, palabras de búsqueda utilizadas en cada uno y número de resultados obtenidos

CRITERIO	TRABAJOS	PORCENTAJE
Included	32	6,84 %
Off Topic	407	86,97 %
Unsupported Language	1	0,21 %
Duplicated	20	4,27 %
Unread	8	1,71 %
TOTAL	468	100 %

Tabla 3.2: Clasificación de trabajos una vez aplicados los criterios de selección y exclusión

3.2. Extracción de los datos

Aunque hace años desde que las tecnologías entraron a formar parte de la vida académica, no es hasta 2010, con lo que la Comisión Europea llama la tercera generación de herramientas (*Generation 3: continuous integrated assessment*) [45], cuando se comienzan a integrar la evaluación en las herramientas de aprendizaje, y conceptos como *Data Mining and analysis*, *Behavioural tracking* and *Learning analytics* comienzan a usarse. Con esta introducción, damos sentido a la distribución de la producción de la selección primaria a lo largo de los años, que puede verse tanto en la tabla 3.3 como en la figura 3.1. Casi la mayor parte de los seleccionados se pueden localizar en los últimos años, entre 2011 y 2013.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

AÑOS	RESULTADOS	PORCENTAJE
2003	0	0 %
2004	0	0 %
2005	0	0 %
2006	2	6,25 %
2007	1	3,12 %
2008	6	18,75 %
2009	1	3,12 %
2010	2	6,25 %
2011	5	15,62 %
2012	5	15,62 %
2013	10	31,25 %

Tabla 3.3: Cantidad de trabajos publicados cada año

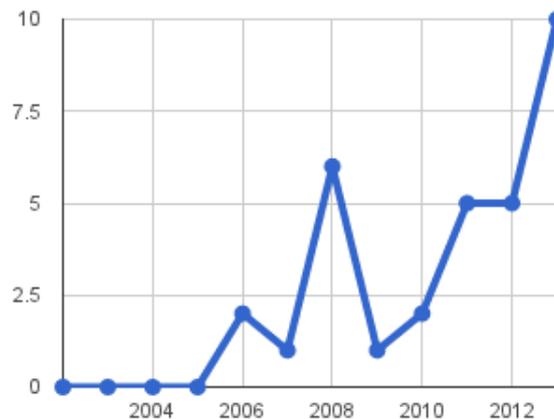


Figura 3.1: Distribución de las publicaciones por años

La revista es el medio en el que más trabajos de este tipo de artículos se han publicado, tal y como se puede consultar en la tabla 3.4 y en la figura 3.2 con un 53,1 % del total. Esta información se complementa con la distribución de las publicaciones según el foro en el que han sido publicados y que se muestra en la tabla 3.5. En este se puede comprobar como la mayor parte de las publicaciones están relacionadas con la ingeniería y la educación: World Scientific and Engineering Academy and Society Conferences (WSEAS), IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), European Journal of Education o Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (RITA), entre otras, son las publicaciones que más trabajos han aportado a nuestro estudio.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

TIPO DE PUBLICACIÓN	RESULTADOS	PORCENTAJE
Journal	18	56,25 %
Conference	10	31,25 %
Chapter	5	15,62 %

Tabla 3.4: Cantidad de trabajos según el medio en el que fueron publicados

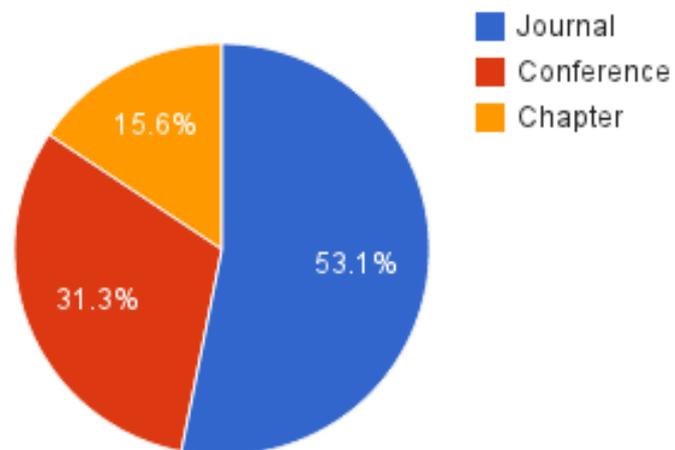


Figura 3.2: Distribución de publicaciones según el medio en el que fueron publicados

FORO DE PUBLICACIÓN	TRABAJOS
World Scientific and Engineering Academy and Society Conferences	4
IEEE Global Engineering Education Conference	2
Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education	2
European Journal of Education	2
Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje	2
Assessment & Evaluation in Higher Education	1
Australasian Journal of Educational Technology	1
Conference on Software Engineering Education and Training	1
Competency-based Language Teaching in Higher Education	1
Computers in Human Behavior	1
Computing Colombian Conference	1
Decision Support Systems	1
Game-based learning in higher education and lifelong learning: bridging the gap between theory and practice	1
Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries	1
International Conference on Advanced Learning Technologies	1
International Journal of Learning Technology	1
Journal of Computer Assisted Learning	1
Medical Education	1
Revista de Educación	1
The Internet and Higher Education	1
Ubiquitous and Mobile Learning in the Digital Age	1

Tabla 3.5: Distribución de las publicaciones

3.3. Categorización del estudio

Una vez revisados todos los artículos, se han extraído unas características o categorías comunes a la tipología de los trabajos. Todos los trabajos seleccionados hacen uso de algún tipo de software o metodología para evaluar algún tipo de competencia genérica. Pero ningún trabajo utiliza un enfoque como el que se propone en la introducción de este capítulo, es decir, aprovechando los registros de interacción de los estudiantes con el LMS como indicadores del desempeño de las competencias genéricas. Encontramos trabajos que se apoyan en la tecnología para el tratamiento o evaluación de las competencias, pero que terminan delegando parte de esta evaluación en el alumnado, ya sea mediante autoevaluación o evaluación entre iguales. Otros trabajos se basan en videojuegos o en las redes sociales para evaluar alguna competencia, mientras que otros desarrollan algún tipo de software o técnica. Finalmente hay algunos trabajos que simplemente detectan en su entorno la necesidad de la evaluación de las competencias de manera automática porque su forma de hacerlo les ocasiona una serie de problemas o desventajas con respecto a otro método que proponen o demandan. Además se han encontrado algunas revisiones sobre la literatura relacionadas que también serán tratadas aparte. En la tabla 3.6 se puede ver la distribución de las publicaciones, apoyadas gráficamente en la figura 3.3.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

CATEGORÍA	TRABAJOS
CLO and rubrics	7
Peer and self eAssessment	14
GBL	6
eAssessment and reviews	5

Tabla 3.6: Distribución de publicaciones por tratamiento del problema

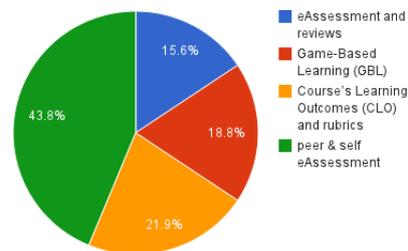


Figura 3.3: Distribución de publicaciones por tratamiento del problema

La distribución de los trabajos clasificados según su ámbito y su tipo por un lado, y según su ámbito y su contribución por otro, se puede ver en la figura 3.4. En esta figura se puede ver el grado de inmadurez de esta disciplina. El primer indicador para corroborar esta interpretación se puede encontrar en el gráfico de la derecha. En este se muestra la relación de trabajos a partir de su ámbito y de su tipo de investigación, y como no se han hallado trabajos que nos narren la experiencia real (*Experience papers*) de un trabajo o trabajos en los que el autor reflexione sobre un campo concreto (*Philosophical papers*); y muy pocos trabajos de opinión (*Opinion papers*). También en el gráfico de la derecha vemos que el número de trabajos en cada campo está muy distribuido, y que la única propuesta que levemente destaca es la propuesta (*Proposal of solution*) de trabajos de autoevaluación o evaluación entre iguales (*Peer & self assessment*). Esta distribución de trabajos es otra evidencia del precoz grado de desarrollo de esta disciplina.

Si nos centramos en el lado izquierdo de la figura, dónde se relaciona el ámbito del trabajo con el tipo de contribución, vemos que los trabajos están también sumamente repartidos, aunque esta vez con participación de todos los elementos que participan en la matriz. El hecho de que participen todas las intersecciones y de que no haya ninguna tendencia que destaque es un indicador de que la investigación en este área aún no ha dado con un planteamiento en el que asentarse.

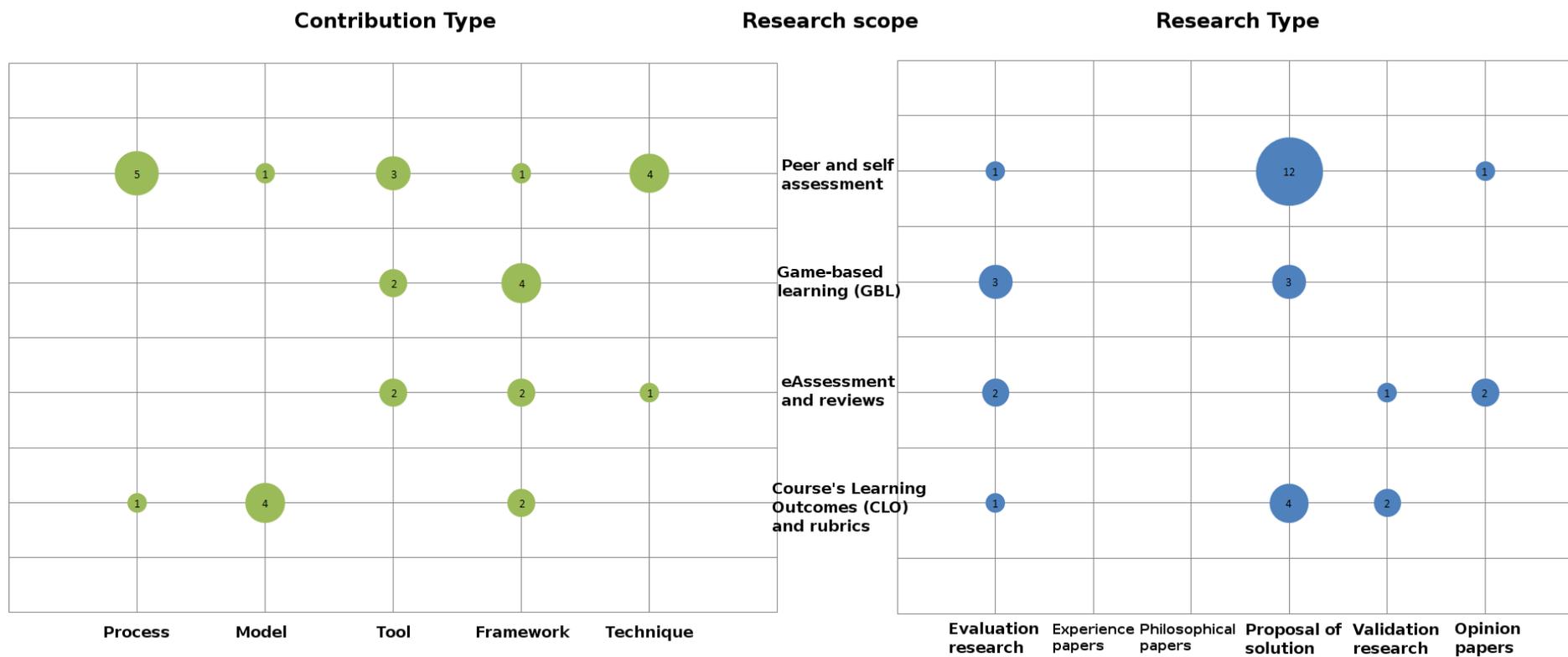


Figura 3.4: Ámbito de trabajos distribuidos según tipo de investigación y según tipo de contribución.

3.4. Esquema de clasificación

En los apartados siguientes, se presentan los resultados del estudio para cada área de investigación. El listado de trabajos se muestra en la tabla 3.7.

3.4.1. CLO and rubrics

Hoy en día, las universidades y las empresas van cada vez más de la mano en lo referente a la formación del alumnado. Y así ocurre en numerosos artículos de los encontrados en este mapeado cuando se trata de buscar el desarrollo y evaluación de competencias. Esto es así porque los empresarios buscan profesionales capaces de renovar constantemente sus conocimientos y competencias. Ser capaces de desarrollar y evaluar competencias se convierte, por tanto, en fundamental dentro del nuevo paradigma educativo. En este apartado se presentan trabajos que utilizan plantillas generales para las competencias genéricas como una herramienta útil que proporciona información sobre el desarrollo y la evaluación de cada habilidad, con diferentes tipos de matrices de valoración y las plantillas de evaluación. En [52] se introducen habilidades de empleo genéricos en los programas de los estudiantes de educación superior y son evaluadas mediante plantillas de evaluación, mientras que en [15] se echa en falta una evaluación de competencias genéricas y se proponen este tipo rúbricas para ello.

Siguiendo con el ámbito empresarial, nos topamos con el Consorcio RH-XML (*Human Resource XML*), una organización independiente y sin ánimo de lucro, dirigido por voluntarios dedicada al desarrollo y promoción de un conjunto estándar de especificaciones para que el comercio electrónico y la automatización de los intercambios de datos relacionadas con recursos humanos. En [47] proponen *HR-XML Competencies* con el fin de medir características que sirven como indicadores de competencias. Se pretende establecer unos valores estándares para integrarlos en los recursos del consorcio.

Por otro lado, cuando hablamos de *CLO* nos referimos a objetivos de aprendizaje que describen con claridad las competencias que un estudiante debe poseer al completar el curso [49, 2, 22]. En [33, 32, 44] se implementan diversos modelos para mediante diferentes indicadores valorar el desempeño de los estudiantes en las competencias. En [31] partiendo de metodologías de aprendizaje social y colaborativo, utilizando las plataformas de gestión como Moodle, las redes sociales y Second Life, se presenta un trabajo que tiene como objetivo presentar un conjunto de estrategias de enseñanza, tareas y prácticas para desarrollar las competencias transversales necesarias para el estudio y futura integración profesional. Se evalúan las competencias de liderazgo, trabajo en equipo y razonamiento crítico mediante el uso de rúbricas y la corrección de varios profesores.

En resumen, se puede decir que estos trabajos tratan la evaluación de competencias mediante el uso de rúbricas, estableciéndose unos indicadores que marcarán en éstos si los alumnos o el personal a evaluar ha alcanzado el desempeño en éstas. Aunque pueden servir como referencia a la hora de evaluar competencias genéricas, estos sistemas no están integrados en las herramientas de evaluación, y aún estándolos, no reducen la carga que para el docente supone la corrección o revisión de dichas rúbricas.

3.4.2. Peer and self eAssessment

En muchos trabajos se fomenta el uso de alguna herramienta de tipo *portfolio* o diario de aprendizaje, incluidas en los LMS actuales. Estos se han convertido en una ventana que proporciona información del trabajo del estudiante y permite conocer su forma de pensar [37, 17]. A posteriori son los compañeros o los propios estudiantes los que deben evaluar su evolución y analizar si han conseguido o mejorado ciertas competencias genéricas. Igualmente ocurre en [25], donde los estudiantes trabajan en grupo en un wiki y posteriormente evalúan las competencias de sus compañeros mediante el uso de una rúbrica. Otro tipo de estrategia con una idea parecida se utilizan en la evaluación entre iguales es la integración de los entornos

de aprendizaje con las redes sociales [42, 29, 48]. Los profesores proporcionan rúbricas que permiten a los estudiantes entender las expectativas de sus instructores. Los alumnos proporcionan información directa a sus compañeros acerca de lo que han aprendido y lo que todavía tienen que aprender. En segundo lugar, los compañeros o ellos mismos pueden usar las rúbricas para la auto-evaluación.

Una experiencia muy similar pero utilizando herramientas multimedia es la que se lleva a cabo en otro grupo de trabajos. Uno de ellos es el proyecto mostrado en [27], donde se realizan videoconferencias entre estudiantes de una universidad española y otra estadounidense. Así se pretende promover un aprendizaje autónomo y la mejora de la competencia de comunicación en un segundo idioma. Otro trabajo es el realizado en [28], donde mediante autograbación se evalúan ciertas competencias genéricas. Los alumnos son divididos en grupos por el profesor, se graban en vídeo, se cuelgan en el campus y se auto-corrigen viendo sus fallos y mejorándolos. Son dos experiencias en las que los alumnos corrigen sus propios trabajos y son capaces de valorar si han alcanzado o no ciertas competencias a partir de su evolución.

Otros artículos en los que se trabaja también con la autoevaluación son [13, 24, 30, 36, 12, 11]. Con este grupo de trabajos se soluciona el problema de escalabilidad con la autoevaluación o evaluación entre iguales. Sin embargo, la calificación depende en gran medida de la subjetividad del alumno y una revisión minuciosa del profesor seguiría siendo un trabajo poco escalable.

3.4.3. GBL

La aplicación de los conocimientos teóricos a la práctica es uno de los objetivos más importante y hacia esta dirección apuntan diversos métodos y enfoques que se han desarrollado. Un aprendizaje significativo incrustado en la experiencia es difícil de proporcionar dentro de los planes de estudios regulares. El aprendizaje basado en juegos, también llamado juegos serios (*serious games*) simula sobre situaciones basadas en la vida real para integrar este tipo de experiencias en los planes de estudios universitarios sin riesgos y de manera descontextualizada. En varios trabajos se muestra la integración de los entornos de trabajo auténticos con el fin de apoyar la aplicación práctica de los conocimientos teóricos dentro de los enfoques de enseñanza y aprendizaje en los cursos de postgrado y formación permanente. Estas experiencias se llevan a cabo con simulaciones y juegos [41, 10].

Los *juegos serios* ofrecen nuevos desafíos y oportunidades para el desarrollo de competencias. Este potencial implica cuestiones de investigación complejas, tales como la forma de evaluar las competencias sin perturbar el juego en sí al que se enfrenta el estudiante, así como la forma de diseñar el juego de modo que las competencias pueden ser desarrolladas por los alumnos. A fin de evaluar las competencias, es útil describirlas en términos de la conducta que se observa e interpreta mientras que un estudiante está involucrado en el juego. Sin embargo, la interpretación de estos indicadores de comportamiento en términos de competencias, y en particular, de las habilidades sociales, está mediada por factores contextuales [6]. En otro trabajo basado en un juego serio [19], se utiliza una aventura gráfica mediante la que los alumnos desarrollan y evalúan sus propias competencias de espíritu empresarial y resolución de problemas.

Otra herramienta de simulación es VIRBUS [50, 51]. VIRBUS un juego que simula un problema de la vida real y ayuda evaluar la competencia genérica de *resolución de problemas* mediante la salida esperada al problema y la encontrada por el alumno (o grupo de alumnos). El objetivo principal de la aplicación de esta herramienta es facilitar el aprendizaje autodirigido del estudiante. Además, los estudiantes obtienen retroalimentación, no sólo una evaluación de sus resultados de aprendizaje.

Los juegos ofrecen mecanismos para desarrollar y evaluar las competencias de sus estudiantes, y algo muy importante, es que los alumnos aprenden jugando. Aunque nos enfrentamos a varios problemas con respecto a nuestra propuesta. Por un lado, son herramientas que no están integradas en el sistema, por lo que conllevan consigo algún mecanismo manual de traslado de calificaciones. Además, los juegos suelen

ir orientados a un reducido grupo de competencias, readaptar el juego para evaluar otra competencias sería algo muy costoso. Y aunque tener varios juegos podría parecer una alternativa, puede encaminarnos a un nuevo panorama de trabajo poco escalable para el profesor.

3.4.4. eAssessment and reviews

Este grupo de artículos están más orientados a la tercera generación en las estrategias de evaluación (*eAssessment*), enfocados en minería de datos, seguimiento del comportamiento y análisis integrado de aprendizaje de los estudiantes en lo referente a su interacción con el entorno virtual [46, 45]. En los artículos encontrados se realiza una revisión del estado del arte actual y se plantean las bases para nuevas herramientas.

Por último quedan una serie de trabajos que evalúan competencias, y aunque su faceta tecnológica no ha podido ser desgranada con precisión, dada la ausencia de información en el trabajo, sí se puede vislumbrar que se ha apoyado en algún u otro aspecto de la tecnología para su desempeño. En [53] se combinan instrumentos para evaluar a los estudiantes como exámenes tradicionales, sesiones prácticas con ordenador y trabajos en grupos para evaluar la adquisición de competencias. En [1] se muestra *Tripuscoid*, una herramienta que, en primer lugar, permite a los estudiantes a identificar sus puntos fuertes y débiles y desarrollar estrategias personales para la mejora, en segundo lugar, proporciona a los profesores información adicional sobre los efectos de su entrada en las competencias de los estudiantes, y por último, proporciona información útil para gestión de la calidad de los programas de enseñanza, ya que puede detectar necesidades de formación de los nuevos estudiantes y ayudar a mejorar el contenido y diseño de los futuros programas académicos. En [8] se examinan algunos casos especiales para los que las nuevas tecnologías han permitido avances significativos (por ejemplo, las evaluaciones de los alumnos con necesidades educativas especiales, la evaluación de habilidades de colaboración y la consecución de grupo).

Aunque su aportación es interesante para este trabajo, los métodos presentados distan de las soluciones que necesitamos para tratar los problemas de escalabilidad y subjetividad.

REF	TÍTULO	ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN	TIPO DE CONTRIBUCIÓN
[12]	An Ontology-Based Approach for Sharing and Analyzing Learning Trace Corpora	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Tool
[32]	Appraisal of course learning outcomes using rasch measurement: a case study in information technology education	CLO & rubrics	Evaluation research	Model
[52]	Assessing Transferable Generic Skills in Language Degrees	CLO & rubrics	Solution proposal	Framework
[29]	Beyond marks and measurement: Developing dynamic and authentic forms of e-assessment	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Technique
[48]	Can Web 2.0 technology assist college students in learning English writing? Integrating Facebook and peer assessment with blended learning	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Technique
[41]	Challenges and opportunities in evaluating learning in serious games: a look at behavioural aspects	GBL	Solution proposal	Framework
[45]	Changing Assessment — Towards a New Assessment Paradigm Using ICT	eAssessment and reviews	Evaluation research	Framework
[1]	Competence Assessment in Higher Education: A Dynamic Approach	eAssessment and reviews	Validation research	Tool
[13]	Competence gaps in software personnel: A multi-organizational study	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Process
[47]	Competence Models in Technology-Enhanced Competence-Based Learning	CLO & rubrics	Solution proposal	Model
[17]	Cooperative learning and electronic group portfolio: tutoring tools, development of competences and assessment	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Technique
[24]	Developing a diagnosis system of work-related capabilities for students: A computer-assisted assessment	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Process
[53]	Developing Generic Competences in the European Higher Education Area: a proposal for teaching the principles of economics	eAssessment and reviews	Evaluation research	Framework
[50]	Developing virtual simulation game for authentic learning: realizing partnership between university and industry	GBL	Validation research	Framework

[46]	eAssessment for 21st century learning and skills	eAssessment and reviews	Opinion papers	Technique
[44]	Engineering students performance evaluation of generic skills measurement: ESPEGS model	CLO & rubrics	Solution proposal	Model
[31]	Everything Matters: Development of Cross-Curricular Competences in Engineering Through Web 2.0 Social Objects	CLO & rubrics	Solution proposal	Process
[30]	Explorations in metacognition: The design, development, and implementation of an online teamwork tracking environment	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Tool
[6]	From Behavioral Indicators to Contextualized Competence Assessment	GBL	Validation research	Framework
[51]	Game-based learning in higher education and lifelong learning: bridging the gap between theory and practice	GBL	Solution proposal	Framework
[36]	Generic skills in medical education: developing the tools for successful lifelong learning	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Tool
[15]	Generic Skills in Software Engineering Master Thesis Projects: Towards Rubric-Based Evaluation	CLO & rubrics	Validation research	Framework
[27]	Innovation Network: Videoconferencing as a Resource in Teaching Support and Autonomous Learning	Peer & self eAssessment	Evaluation research	Framework
[42]	Measuring collaboration and creativity skills through rubrics: Experience from UTPL collaborative social networks course	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Process
[33]	Outcome based education performance measurement: a Rasch-based longitudinal assessment model to measure information management courses LO's	CLO & rubrics	Validation research	Model
[28]	Self-video recording for the integration and assessment of generic competencies	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Process
[19]	Serious Games for the Development of Employment Oriented Competences	GBL	Validation research	Tool
[10]	SIMBA: A simulator for business education and research	GBL	Solution proposal	Tool
[8]	Technological Issues for Computer-Based Assessment	eAssessment and reviews	Opinion papers	Tool
[37]	The educational model at university and the use of new methodologies for teaching, learning and assessment	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Technique
[11]	Towards a model for assessing competencies	Peer & self eAssessment	Opinion papers	Model

[25]	Using wikis to develop student teachers' learning, teaching, and assessment capabilities	Peer & self eAssessment	Solution proposal	Process
------	--	-------------------------	-------------------	---------

Tabla 3.7: Distribución de publicaciones por tratamiento del problema

Capítulo 4

Respuestas

Una vez realizado la localización de los trabajos, la extracción de la información y la clasificación de los estudios en los capítulos anteriores, en esta sección se aborda la respuesta a las preguntas de investigación a tenor de los datos obtenidos en el estudio.

Las preguntas de investigación recordamos que eran las siguientes:

1. ¿Cuáles son las competencias que se han evaluado de forma automática o asistida por ordenador a partir del uso de los entornos virtuales?
2. ¿Qué herramientas o metodologías se utilizan para evaluar competencias mediante el uso de los entornos virtuales?
3. ¿Con qué técnicas se pueden obtener evidencias objetivas del desarrollo de las siguientes competencias en un entorno virtual?.
4. ¿Son utilizados los registros de actividad de los entornos virtuales para la evaluación?

Para responder a la primera pregunta: *¿Cuáles son las competencias que se han evaluado de forma automática o asistida por ordenador a partir del uso de los entornos virtuales?*, podemos ver la tabla 4.1. En ella se listan las competencias evaluadas en los trabajos recopilados. Además se proporciona un alias, que utilizaremos más adelante para referirnos a cada competencia y no tener que escribir siempre la descripción completa.

Para responder a las preguntas sobre qué tipo de herramienta (*¿Qué herramientas o metodologías se utilizan para evaluar competencias mediante el uso de los entornos virtuales?*) y con qué técnica (*¿Con qué técnicas se pueden obtener evidencias objetivas del desarrollo de las siguientes competencias en un entorno virtual?*) se utiliza en cada artículo para cada competencia, se han creado las tablas 4.2 y 4.3. En ellas se indica la herramienta y técnica con que han sido evaluadas las competencias. Hemos utilizado para referirnos a las competencias el alias indicado en la tabla 4.1.

Competencia	Alias
Capacidad para comunicarse en un segundo idioma	Idioma
Capacidad para comunicarse de forma oral y por medio de la palabra escrita en la lengua materna	Comunicación
Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad)	Creatividad
Capacidad para trabajar en equipo	Equipo
Capacidad para tomar decisiones razonadas	Decisión
Capacidad para planificar y administrar el tiempo	Planificación
Capacidad para adaptarse y actuar en nuevas situaciones	Adaptación
Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas	Resolutivo
La apreciación y el respeto por la diversidad y multiculturalidad	Multiculturalidad
Capacidad de aplicar los conocimientos en situaciones prácticas	Práctico
Habilidad para trabajar de forma autónoma	Autonomía
Capacidad para el pensamiento abstracto, análisis y síntesis	Análisis
Capacidad para ser críticos y autocríticos	Crítico
Espíritu de empresa, la capacidad de tomar la iniciativa	Iniciativa

Tabla 4.1: Alias utilizados para las competencias

Con respecto a la última pregunta (*¿Son utilizados los registros de actividad de los entornos virtuales para la evaluación?*) no se han encontrado trabajos que aborden esta problemática de manera directa, aunque sí se han encontrado evidencias en la literatura que puedan ayudar a responder a esta pregunta. En alguno de los trabajos se utilizan wikis para fomentar el desempeño de los alumnos en diferentes competencias [42]. Lim indica que los tutores pueden recoger una gran cantidad de información acerca de sus estudiantes mediante la observación de desempeño de los alumnos, mediante la construcción de los wikis, los comentarios realizados por los estudiantes, y los intercambios entre estudiante [25]. Pero es evidente que si el curso tiene un gran número de alumnos la observación se vuelve inabordable. Nuestro trabajo va en la línea de observar el trabajo de los alumnos en los LMS mediante la extracción automática de indicadores. Aunque un LMS es más completo en cuanto al ámbito de actuación que un wiki, en ambos los usuarios trabajan en el sistema de forma independiente, dejando un rastro de su actividad y en ambos se sustenta el trabajo colaborativo. Es más, los LMS suelen incluir un wiki en su estructura.

Por último, Cardona dice que la evaluación de las competencias implica la identificación de los elementos en torno a los procesos de aprendizaje, lo que hace que sea una actividad constante que requiere de criterios para evaluar los resultados durante la formación de las personas [11]. Consideramos que el rastro que dejan los alumnos, su interacción con el entorno, es un reflejo de su trabajo. Chebil indica cómo se podrían analizar las situaciones que se dan en la aplicación de las tecnologías al aprendizaje TEL mediante la recopilación de los rastros de interacción producidos por estos entornos [12]. Mientras que Florian argumenta que para poder utilizar esta información almacenada acerca de las actividades del curso, se requiere filtrado antes de que pueda ser utilizado para procesarla [16].

Competencia	Idioma			Comunicación - Creatividad					Equipo			Decisión - Planificación - Adaptación				
	Herramienta	Facebook	Second Life	Grabación en vídeo	GBL	Wiki	Otros	Grabación en vídeo	Otros	Grabación en vídeo	Wiki - Portfolio	Otros			GBL	
Técnica	Autoevaluación y/o evaluación entre iguales			eAssessment	Rúbricas		Autoevaluación y/o evaluación entre iguales			Rúbricas	Autoevaluación y/o evaluación entre iguales			Rúbricas	eAssessment	
[48]	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[31]	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[28]	-	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
[33]	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[42]	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
[24]	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	X	X	-
[13]	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-	-	-
[30]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
[44]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
[25]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-
[19]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[27]	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
[32]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[17]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
[53]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
[10]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
[6]	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[37]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-

Tabla 4.2: Primer cuadro de competencias - herramientas - técnicas

Competencia	Resolutivo		Multiculturalidad	Práctico	Autonomía		Análisis	Crítico	Iniciativa		
Herramienta	GBL	Otros				Portfolio	Otros				GBL
Técnica	Rúbrica	Autoevaluación y/o evaluación entre iguales				Rúbricas	Autoevaluación y/o evaluación entre iguales				eAssessment
[48]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[31]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[28]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[33]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[42]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[24]	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
[13]	-	-	X	X	-	X	-	X	X	X	-
[30]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[44]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[25]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[1]	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
[19]	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[27]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[32]	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[17]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[53]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[10]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[37]	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-

Tabla 4.3: Segundo cuadro de competencias - herramientas - técnicas

Capítulo 5

Trabajo en curso y futuro

5.1. EvalCourse

En este trabajo hemos buscado literatura que aborde la evaluación de competencias genéricas, y a ser posible, que lo hagan de manera automática utilizando la interacción de los estudiantes con el LMS. En línea con este trabajo, y a fin de abordar lo que será mi futura tesis doctoral, estamos trabajando en una herramienta que cumpla este propósito. Esta herramienta, cuyo prototipo ya ha sido presentado en varios congresos [3, 5], se llama EvalCourse y su lógica viene descrita en la figura 5.1. EvalCourse es un Lenguaje de Dominio Específico (DSL). Al tratarse de un proyecto open-source, todo el desarrollo de EvalCourse se lleva a cabo utilizando una forja de código libre¹. Un DSL es un lenguaje de programación orientado a un problema específico y con una semántica orientada al dominio para el que se diseña. En nuestro caso, este dominio es la evaluación de indicadores de competencias de los estudiantes. Un ejemplo de funcionamiento puede verse en la figura 5.2. El objetivo de EvalCourse es ayudar al docente en la evaluación del desempeño de los alumnos en las competencias que éstos deben desarrollar a lo largo del curso. Estos datos deberán servir al docente como indicadores del desarrollo de dichas competencias. La idea inicial con la que se ha desarrollado este proyecto, es que el DSL sea genérico y pueda ser utilizado con otros sistemas, no sólo de tipo LMS, sino también con sistemas que fomenten el trabajo colaborativo, como pueden ser los wikis. De hecho, se ha desarrollado software para evaluar diversas competencias (tanto genéricas como específicas) mediante análisis de registro (StatMediaWiki) como entre pares o autoevaluaciones (AssessMediaWiki) [38].

¹<https://www.assembla.com/spaces/evalcourse>

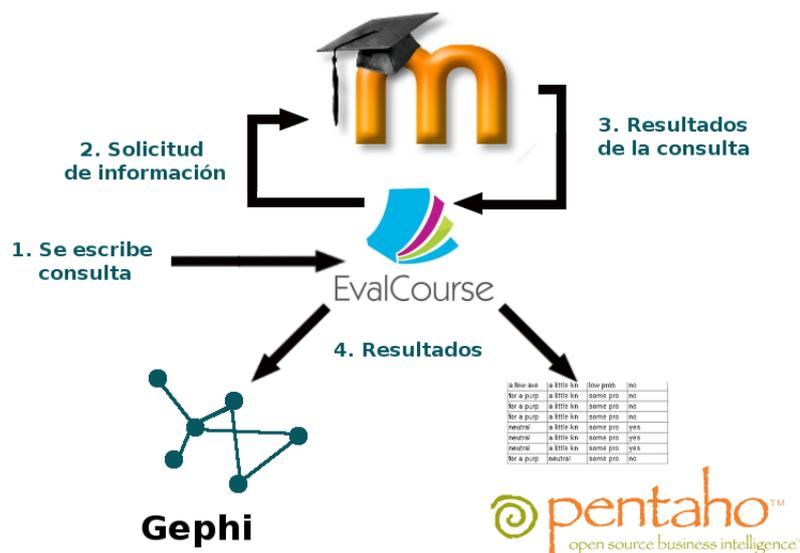


Figura 5.1: Esquema lógico de EvalCourse

```

process.evc
/*
 * This is an example process for EvalCourse.
 *
 * Syntax:
 * -----
 * Evidence NAME_EVIDENCE: get students show
 * (milestones | assessment | participation| access)
 * in (assignment | forum | campus).
 * -----
 */
Evidence participacion_en_foro: get students show participation in forum.
    
```

Figura 5.2: Consulta realizada en EvalCourse para obtener la participación en foros

5.2. Experiencia piloto

Durante el presente curso 2013/14 se está desarrollando un proyecto financiado por la Convocatoria de Actuaciones Avaladas para la Mejora Docente, Formación del Profesorado y Difusión de Resultados con fondos de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía, con el título *Extracción de indicadores objetivos para evaluación del desarrollo de competencias genéricas a partir de registros de actividad del Campus Virtual*. La Unidad de Innovación Docente de la Universidad de Cádiz concedió dicha actuación con código AAA_14_009 y actualmente se está desarrollando. En ella participan 8 profesores de 6 asignaturas del Grado en Ingeniería Informática.

Este proyecto se engloba dentro del trabajo realizado dentro del grupo de investigación SPI&FM (TIC-195) por parte de Antonio Balderas al uso de las tecnologías en los entornos de aprendizaje. Se pretende desarrollar y aplicar EvalCourse, un DSL que permita a los docentes mediante el uso de una sintaxis sencilla obtener indicadores del desempeño de los estudiantes en diferentes competencias. Son varias las asignaturas de Grado en Ingeniería Informática que participan en este proyecto. Las tareas que comprende son:

1. Analizar los tipos de indicadores que se podrían obtener de la base de datos Moodle que sean de utilidad para los profesores, así como la manera de obtenerlos.
2. Análisis, desarrollo y prueba del software. Implementar el software DSL para que se conecte a Moodle y pueda extraer la información. Para ello sería necesario la instalación de un entorno de pruebas Moodle y la generación de una batería de datos de pruebas que permita verificar el funcionamiento del software.
3. Obtención de datos reales de las asignaturas del campus virtual. A partir de estos, utilizaremos la herramienta para obtener todos los indicadores necesarios para evaluar las competencias de los estudiantes. Además podremos corregir aquellos fallos que se detecten en el software.
4. Análisis de resultados de la experiencia, difusión del trabajo realizado, publicación de informes, correcciones menores en el sistema, etc. Se analizarán los resultados obtenidos y se darán a conocer el software y la experiencia en webs especializadas, redes sociales, etc. Igualmente se procederá a la correcta documentación del sistema en una web oficial para poder replicar la experiencia (incidiendo en cómo evitar los errores cometidos), así como pequeños desarrollos que corrijan deficiencias observadas y faciliten la reutilización del sistema.

5.3. Trabajo futuro

El trabajo futuro no es otro que afrontar el desarrollo de mi tesis doctoral. Partimos de las bases sentadas en este trabajo de investigación, habiendo analizado la situación actual de la evaluación de competencias genéricas. Los próximos pasos de esta línea, pasan por seleccionar, por un lado, varios entornos virtuales. Pero estos entornos virtuales ya no serán sólo en Moodle, como han sido las experiencias piloto desarrolladas en los artículos [3, 5], sino ampliar a otros LMS, a wikis y CMS (Content content Management System). Ya en el curso pasado se realizó una experiencia basada en *AssessMediaWiki* [4], en el que se utilizaban los registros de un wiki basado en *MediaWiki* para que, mediante evaluación entre iguales, los estudiantes analizaran las diferencias entre los trabajos de dos compañeros. Por tanto, y aunque con otro fin, ya se ha realizado una inmersión a la extracción de datos a partir de los registros del wiki.

Por otro lado, el trabajo futuro se ha de probar con diferentes cursos que cuenten con un alto número de estudiantes, demostrando que este método de evaluación es sostenible, y que además, el método no sufre al incrementar la cantidad de alumnos, validando así su escalabilidad.

Desglosando el párrafo anterior, nos encontramos ante un doble objetivo general como trabajo futuro:

- Objetivo funcional: ser capaz de recoger información de una diversidad de sistemas: LMS, wikis y CMS.
- Objetivo no funcional: ser capaz de evaluar el desempeño de los alumnos en el sistema, a pesar de que el número de alumnos sea muy elevado.

Capítulo 6

Conclusiones

El interés en la evaluación del aprendizaje ha cambiado del conocimiento a las competencias. Hoy en día, las universidades y las empresas van cada vez más de la mano en lo referente a la formación del alumnado. Las empresas buscan profesionales capaces de renovar constantemente sus conocimientos y competencias. Por tanto, ser capaces de desarrollar y evaluar competencias se convierte en fundamental dentro del nuevo paradigma educativo. Las competencias de aprendizaje son habilidades que un alumno ha de ser capaz de demostrar una vez que termina su formación. Estas competencias de aprendizaje se dividen en dos grupos: específicas y genéricas.

El ámbito de nuestro trabajo son las plataformas virtuales de tipo LMS ó VLE empleadas hoy día en los centros educativos a todos los niveles. Cuando el número de alumnos es elevado, como ocurre en los MOOC, se vuelve muy poco escalable la tarea de realizar la evaluación por parte del docente. Si en ocasiones es difícil para el profesor conseguir cumplir la planificación fijada para un curso, más complicado será si ha de añadir actividades para evaluar competencias genéricas. Por tanto, sino se automatiza la evaluación, se presentarán evidentes problemas de escalabilidad.

Se ha realizado un estudio con el fin de localizar trabajos relacionados con la tecnología para la mejora del aprendizaje (TEL) para la evaluación de competencias de manera automática. Los LMS ó VLE almacenan información de estudiantes, profesores, cursos, tareas, trabajos, etc. Estos elementos se relacionan y configuran para ofrecer al usuario una experiencia de curso virtual. Haciendo todos estos datos almacenados accesibles, se podría sacar partido a los mismos con fines científicos.

En el presente documento se ha realizado una revisión formal de la literatura siguiendo las directrices publicadas en la metodología propuesta por Kitchenham. La revisión parte de una serie de preguntas de investigación cuyo planteamiento tuvo como fin saber qué competencias se han evaluado, con qué herramientas y qué técnicas de forma automática o asistida por ordenador, y si se han utilizado registros de actividad para ello.

Se identificaron los términos que se han utilizado en las principales bibliotecas digitales y se realizó la búsqueda para hallar trabajos que ayudasen a responder a las preguntas de investigación. Los criterios de inclusión de artículos nos dejaron un 7 % de los que fueron preseleccionados tras este proceso de búsqueda. La selección primaria ha sido clasificada en base al tipo de contribución que realizan a la ciencia, en base al tipo de investigación y en base al ámbito de aplicación del trabajo. Esta clasificación ha sido representada mediante diferentes tablas y figuras.

El escaso número de resultados obtenido viene a corroborar la escasez de colaboraciones entre ciencias de la educación e informática. El grueso de artículos rescatado data de los últimos 3 años. De los trabajos encontrados, la tendencia dominante con un 43,8 % es la de delegar en el alumno, ya sea mediante autoevaluación, o mediante evaluación entre iguales, la corrección de las actividades que evidencian el desempeño de una competencia. Además, la segunda tendencia, con un 21,9 % es la que se basa en

rúbricas para refrendarlo. Al final, este método también delega en una persona o conjunto de personas, sólo que esta vez es el profesor el encargado de corregirlo. Es decir, un 65,7 % de los trabajos encontrados necesita de la intervención humana para calcular las puntuaciones, por lo que el procedimiento no es automático, lo que de algún u otro modo, podría incurrir en tareas no escalables para el docente.

Por otro lado, están las herramientas GBL, con un 18,8 %, que aunque automatizan la evaluación del desempeño en el juego de un alumno, no están integradas con el sistema de evaluación, por lo que traspasar las notas a la plataforma de la asignatura es una tarea que de nuevo implica al docente. Finalmente, queda un 15,6 % de trabajos de diversa índole, en los que se combinan herramientas para la evaluación de competencias y se realizan revisiones de otros trabajos.

Aunque hemos encontrado en los trabajos respuesta a todas las preguntas, no hay una tendencia predominante en ninguna de las áreas, y además, ninguna de las soluciones planteadas resuelve la problemática principal de nuestro trabajo de investigación, es decir, solucionar el problema de la escalabilidad mediante la automatización, ya que siempre se delega de alguna u otra forma en el usuario (docente o alumno), o las herramientas no están integradas. Esto muestra una necesidad de profundizar en la automatización en la evaluación de competencias, lo que sienta las bases de la línea en que apunta mi tesis doctoral. Para ello por un lado, se plantea como objetivo funcional, que hemos de ser capaces de recoger información de una diversidad de sistemas: LMS, wikis y CMS de manera automática; y por otro lado, como objetivo no funcional, hemos de ser capaces de evaluar el desempeño de los alumnos en el sistema, a pesar de que el número de alumnos sea muy elevado.

Bibliografía

- [1] Fariza Achcaoucaou, Laura Guitart-Tarrés, Paloma Miravittles-Matamoros, Ana Núñez Carballosa, Mercé Bernardo, and Andrea Bikfalvi. Competence assessment in higher education: A dynamic approach. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, pages 1–14, June 2012.
- [2] Lorin W. Anderson, David R. Krathwohl, Peter W. Airasian, Kathleen A. Cruikshank, Richard E. Mayer, Paul R. Pintrich, James Rath, and Merlin C. Wittrock. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Abridged Edition, 2001.
- [3] A. Balderas, I. Ruiz-Rube, J. M. Dodero, M. Palomo-Duarte, and A. Berns. A generative computer language to customize on-line learning assessments. In *Lecture Notes in Computer Science*, volume 8095 LNCS, pages 591–592. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [4] Antonio Balderas, Manuel Palomo-Duarte, Juan Manuel Dodero, and Iván Ruiz Rube. Qualitative assessment of wiki-based learning processes. In *Proceedings of SPDECE-2012. Ninth multidisciplinary symposium on the design and evaluation of digital content for education*, pages 161–172, 2012.
- [5] Antonio Balderas, Iván Ruiz-Rube, Manuel Palomo-Duarte, and Juan M. Dodero. A Generative Computer Language to Customize Online Learning Assessments. In *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*, TEEM '13, pages 141–147, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [6] Michael Bedek, Sobah Abbas Petersen, and Tuija Heikura. From Behavioral Indicators to Contextualized Competence Assessment. In *2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies*, pages 277–281. IEEE, July 2011.
- [7] Francesco Bellotti, Bill Kapralos, Kiju Lee, Pablo Moreno-Ger, and Riccardo Berta. Assessment in and of serious games: An overview. *Advances in Human-Computer Interaction - Special issue on User Assessment in Serious Games and Technology-Enhanced*, 2013:1:1–1:1, January 2013.
- [8] Nancy Law Benő Csapó, John Ainley, Randy E. Bennett, Thibaud Latour. Technological Issues for Computer-Based Assessment. In Patrick Griffin, Barry McGaw, and Esther Care, editors, *Assessment and Teaching of 21st Century Skills Assessment and Teaching of 21st Century Skills*, pages 143–230. Springer Netherlands, 2012.
- [9] Anke Berns, Antonio Gonzalez-Pardo, and David Camacho. Game-like language learning in 3-d virtual environments. *Computers & Education*, 60(1):210–220, January 2013.

- [10] Fernando Borrajo, Yolanda Bueno, Isidro de Pablo, Begoña Santos, Fernando Fernández, Javier García, and Ismael Sagredo. SIMBA: A simulator for business education and research. *Decision Support Systems*, 48(3):498–506, February 2010.
- [11] Sergio Cardona, Jeimy Velez, and Sergio Tobon. Towards a model for assessing competencies. In *2013 8th Computing Colombian Conference (8CCC)*, pages 1–6. IEEE, August 2013.
- [12] H. Chebil, J. Girardot, and C. Courtin. An ontology-based approach for sharing and analyzing learning trace corpora. In *Proceedings - IEEE 6th International Conference on Semantic Computing, ICSC 2012*, pages 101–108, 2012.
- [13] Ricardo Colomo-Palacios, Cristina Casado-Lumbreras, Pedro Soto-Acosta, Francisco J. García-Peñalvo, and Edmundo Tovar-Caro. Competence gaps in software personnel: A multi-organizational study. *Computers in Human Behavior*, 29(2):456–461, March 2013.
- [14] J. M. Doderó, M. Palomo-Duarte, I. Ruiz-Rube, I. Traverso, and J. M. Mota. ASCETA: Accesibilidad a servicios y contenidos educativos mediante tecnologías del aprendizaje. In *XV Simposio Internacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación*, pages 116–120, 2013.
- [15] Robert Feldt, Martin Höst, and Frank Lüders. Generic skills in software engineering master thesis projects: Towards rubric-based evaluation. In *2009 22nd Conference on Software Engineering Education and Training*, pages 12–15. IEEE, 2009.
- [16] B. Florian, C. Glahn, H. Drachsler, M. Specht, and R. Fabregat Gesa. *Activity-based learner-models for learner monitoring and recommendations in moodle*, volume 6964 LNCS of *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [17] Consolacion Gil, Maria G. Montoya, Rosario I. Herrada, Raul Banos, Francisco G. Montoya, and Francisco Manzano Agugliaro. Cooperative learning and electronic group portfolio: tutoring tools, development of competences and assessment. *International Journal of Learning Technology*, 6(1):46, May 2011.
- [18] Julia Gonzalez and Wagenaar Robert. *Tuning Educational Structures in Europe - Final Report - Pilot Project - Phase I*. University of Deusto, 2003.
- [19] M. Guenaga, S. Arranz, I. Rubio, E. Aguilar, A. Ortiz de Guinea, A. Rayon, M. Bezanilla, and I. Menchaca. Serious Games for the Development of Employment Oriented Competences. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 2013.
- [20] Alan R. Hevner, Salvatore T. March, Jinsoo Park, and Sudha Ram. Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1):75–105, March 2004.
- [21] D.H. Johnson. Teaching a “mooc:“ experiences from the front line. In *Digital Signal Processing and Signal Processing Education Meeting (DSP/SPE), 2013 IEEE*, pages 268–272, 2013.
- [22] D. Kennedy. *Writing and Using Learning Outcomes: A Practical Guide*. University College Cork, 2007.
- [23] Barbara Kitchenham, Rialette Pretorius, David Budgen, O. Pearl Brereton, Mark Turner, Mahmood Niazi, and Stephen Linkman. Systematic literature reviews in software engineering - a tertiary study. *Information and Software Technology*, 52(8):792–805, August 2010.

-
- [24] C.H. Liao, M.H. Yang, and B.C. Yang. Developing a diagnosis system of work-related capabilities for students: A computer-assisted assessment. *Journal of Computer Assisted Learning*, pages 530–546, April 2013.
- [25] Cher Ping Lim, Eugenia Ng, Yiu Chi Lai, and Eugenia M.W. Ng. Using wikis to develop student teachers' learning, teaching, and assessment capabilities. *The Internet and Higher Education*, 14(1):15–26, 2011.
- [26] Martin Lugton. What is a MOOC? What are the different types of MOOC? xMOOCs and cMOOCs, 2012.
- [27] A.M. Martin-Cuadrado, M.A. Lopez-Gonzalez, and A. Garcia-Arce. Innovation Network: Video-conferencing as a Resource in Teaching Support and Autonomous Learning, 2013.
- [28] Albert Masip-Alvarez, Carme Hervada-Sala, Teresa Pamies-Gomez, Antoni Arias-Pujol, Carles Jaen-Fernandez, Cristina Rodriguez-Sorigue, David Romero-Duran, Fatiha Nejjari-Akhi-Elarab, Maria-Dolores Alvarez-del Castillo, Marta Roca-Lefler, Jorge Hernandez-Farras, and Raul Montferrer-Linan. Self-video recording for the integration and assessment of generic competencies. In *2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 436–441. IEEE, March 2013.
- [29] C. McLoughlin and J. Luca. Beyond marks and measurement: Developing dynamic and authentic forms of e-assessment. In *Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education*, 2006.
- [30] Mark McMahon and Joe Luca. Explorations in metacognition: The design, development, and implementation of an online teamwork tracking environment, 2007.
- [31] J. Enrique Agudo Mercedes Rico, Julian Coppens, Paula Ferreira, Héctor Sánchez. Everything Matters: Development of Cross-Curricular Competences in Engineering Through Web 2.0 Social Objects. In Demetrios G. Sampson, Pedro Isaias, Dirk Ifenthaler, and J. Michael Spector, editors, *Ubiquitous and Mobile Learning in the Digital Age*, pages 139–157. Springer New York, 2013.
- [32] Azlinah Mohamed, Azrilah Aziz, Sohaimi Zakaria, and Mohd Saidfudin Masodi. Appraisal of course learning outcomes using rasch measurement: a case study in information technology education. In *SEPADS'08 Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Software Engineering, Parallel and Distributed Systems*, volume 1, pages 232–238. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2008.
- [33] Azlinah Mohamed, Azrilah Abd Aziz, Abd Rahman Ahlan, Sohaimi Zakaria, and Mohd Saidfudin Masodi. Outcome based education performance measurement: a Rasch-based longitudinal assessment model to measure information management courses LO's. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 5(3):292–299, 2008.
- [34] Yishay Mor and Tapio Koshinen. MOOC y más allá. *eLearning Papers*, 33:1–7, 2013.
- [35] B. Munkhchimeg and S. Baigaltugs. Control possibility of students' learning process through using learning management system. In *Strategic Technology (IFOST), 2013 8th International Forum on*, volume 2, pages 395–399, 2013.
- [36] Deborah Murdoch-Eaton and Sue Whittle. Generic skills in medical education: developing the tools for successful lifelong learning. *Medical education*, 46(1):120–8, January 2012.
-

-
- [37] Acensión Palomares. The educational model at university and the use of new methodologies for teaching, learning and assessment. *Revista de Educación*, 355(Mayo-Agosto 2011):591–604, 2011.
- [38] Manuel Palomo-Duarte, Juan Manuel Dodero, Antonio García-Domínguez, Pablo Neira-Ayuso, Noelia Sales-Montes, Inmaculada Medina-Bulo, Francisco Palomo-Lozano, Carmen Castro-Cabrera, Emilio J. Rodríguez-Posada, and Antonio Balderas. Scalability of assessments of wiki-based learning experiences in higher education. *Computers in Human Behavior*, (0):–, 2013.
- [39] Manuel Palomo-Duarte, Juan Manuel Dodero, José Tomás Tocino, Antonio García-Domínguez, and Antonio Balderas. Competitive evaluation in a video game development course. In *Proceedings of the 17th ACM Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE '12*, pages 321–326, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [40] Kai Petersen, Robert Feldt, Shahid Mujtaba, and Michael Mattsson. Systematic mapping studies in software engineering. In *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE'08*, pages 68–77, 2008.
- [41] Sobah A. Petersen and Michael A. Bedek. Challenges and Opportunities in Evaluating Learning in Serious Games: A Look at Behavioural Aspects. In *Serious Games Development and Applications*, pages 219–230. Springer Berlin Heidelberg, January 2012.
- [42] Nelson Piedra, Janneth Chicaiza, Jorge Lopez, Audrey Romero, and Edmundo Tovar. Measuring collaboration and creativity skills through rubrics: Experience from UTPL collaborative social networks course. In *IEEE EDUCON 2010 Conference*, pages 1511–1516. IEEE, 2010.
- [43] Cachia R., Ferrari A., Ala-Mutka K., and Punie Y. *Creative Learning and Innovative Teaching: Final Report on the Study on Creativity and Innovation in Education in the EU Member States*. Dictus Publishing, 2011.
- [44] Rozeha A. Rashid, Razimah Abdullah, Azami Zaharim, Hamzah Ahmad Ghulman, and Mohd Said-fudin Masodi. Engineering students performance evaluation of generic skills measurement: Es-pegs model. In *5th WSEAS / IASME International Conference on ENGINEERING EDUCATION (EE'08)*, pages 377–383. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2008.
- [45] Christine Redecker and Øystein Johannessen. Changing Assessment — Towards a New Assessment Paradigm Using ICT. *European Journal of Education*, 48(1):79–96, 2013.
- [46] Christine Redecker, Yves Punie, and Anusca Ferrari. eAssessment for 21st Century Learning and Skills. In Andrew Ravenscroft, Stefanie Lindstaedt, Carlos Delgado Kloos, and Davinia Hernández-Leo, editors, *21st Century Learning for 21st Century Skills*, volume 7563 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 292–305. Springer Berlin Heidelberg, September 2012.
- [47] D. Sampson and D. Fytros. Competence models in technology-enhanced competence-based learning. In HeimoH. Adelsberger, Kinshuk, JanM. Pawlowski, and DemetriosG. Sampson, editors, *Handbook on Information Technologies for Education and Training*, International Handbooks on Information Systems, pages 155–177. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [48] Ru-Chu Shih. Can Web 2.0 technology assist college students in learning English writing? Integrating Facebook and peer assessment with blended learning, 2011.
- [49] Beth Simon and Jared Taylor. What is the value of course-specific learning goals? *College Science Teaching*, 39(2):52–57, 2009.

- [50] Andreja Istenic Starcic. Developing virtual simulation game for authentic learning: realizing partnership between university and industry. *WSEAS TRANSACTIONS on COMMUNICATIONS*, 7(7):786–795, July 2008.
- [51] Andreja Istenič Starčič. Game-based learning in higher education and lifelong learning: bridging the gap between theory and practice. *Proceedings of the 8th WSEAS international conference on Distance learning and web engineering*, pages 157–162, September 2008.
- [52] MaríaJosé Terrón-López and MaríaJosé García-García. Assessing transferable generic skills in language degrees. In *Competency-based Language Teaching in Higher Education*, volume 14 of *Educational Linguistics*, pages 151–167. Springer Netherlands, 2013.
- [53] Manuel Salas Velasco, María Teresa Sánchez Martínez, and Noelina Rodríguez Ferrero. Developing Generic Competences in the European Higher Education Area: a proposal for teaching the principles of economics. *European Journal of Education*, 47(3):462–476, September 2012.
- [54] Roel Wieringa, Neil Maiden, Nancy Mead, and Colette Rolland. Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: A proposal and a discussion. *Requirements Engineering*, 11(1):102–107, December 2005.
- [55] Wenjun Wu, M.E. Papka, and R. Stevens. Toward an opensocial life science gateway. In *Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08*, pages 1–6, 2008.
- [56] A. Zafra, E. Gibaja, M. Luque, and S. Ventura. An evaluation of the effectiveness of e-learning system as support for traditional classes. In *Next Generation Web Services Practices (NWeSP), 2011 7th International Conference on*, pages 431–435, 2011.

BIBLIOGRAFÍA

Parte I

Apéndice

GNU General Public License

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc. <http://fsf.org/>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

The GNU General Public License is a free, copyleft license for software and other kinds of works.

The licenses for most software and other practical works are designed to take away your freedom to share and change the works. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change all versions of a program—to make sure it remains free software for all its users. We, the Free Software Foundation, use the GNU General Public License for most of our software; it applies also to any other work released this way by its authors. You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for them if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs, and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to prevent others from denying you these rights or asking you to surrender the rights. Therefore, you have certain responsibilities if you distribute copies of the software, or if you modify it: responsibilities to respect the freedom of others.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

Developers that use the GNU GPL protect your rights with two steps: (1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License giving you legal permission to copy, distribute and/or modify it.

For the developers' and authors' protection, the GPL clearly explains that there is no warranty for this free software. For both users' and authors' sake, the GPL requires that modified versions be marked as changed, so that their problems will not be attributed erroneously to authors of previous versions.

Some devices are designed to deny users access to install or run modified versions of the software inside them, although the manufacturer can do so. This is fundamentally incompatible with the aim of protecting users' freedom to change the software. The systematic pattern of such abuse occurs in the area of products for individuals to use, which is precisely where it is most unacceptable. Therefore, we have designed this version of the GPL to prohibit the practice for those products. If such problems arise substantially in other domains, we stand ready to extend this provision to those domains in future versions of the GPL, as needed to protect the freedom of users.

Finally, every program is threatened constantly by software patents. States should not allow patents to restrict development and use of software on general-purpose computers, but in those that do, we wish to avoid the special danger that patents applied to a free program could make it effectively proprietary. To prevent this, the GPL assures that patents cannot be used to render the program non-free.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

TERMS AND CONDITIONS

0. Definitions.

“This License” refers to version 3 of the GNU General Public License.

“Copyright” also means copyright-like laws that apply to other kinds of works, such as semiconductor masks.

“The Program” refers to any copyrightable work licensed under this License. Each licensee is addressed as “you”. “Licensees” and “recipients” may be individuals or organizations.

To “modify” a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a “modified version” of the earlier work or a work “based on” the earlier work.

A “covered work” means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To “propagate” a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To “convey” a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

An interactive user interface displays “Appropriate Legal Notices” to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion.

1. Source Code.

The “source code” for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. “Object code” means any non-source form of a work.

A “Standard Interface” means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular programming language, one that is widely used among developers working in that language.

The “System Libraries” of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A “Major Component”, in this context, means a major essential component (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The “Corresponding Source” for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work’s System Libraries,

or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work.

2. Basic Permissions.

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable provided the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by copyright law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force. You may convey covered works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary.

3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law.

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, your or third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures.

4. Conveying Verbatim Copies.

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee.

5. Conveying Modified Source Versions.

You may convey a work based on the Program, or the modifications to produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

- a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date.
- b) The work must carry prominent notices stating that it is released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to “keep intact all notices”.
- c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it.
- d) If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an “aggregate” if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation’s users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not cause this License to apply to the other parts of the aggregate.

6. Conveying Non-Source Forms.

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

- a) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange.
- b) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge.
- c) Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you received the object code with such an offer, in accord with subsection 6b.
- d) Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same

place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the object code is a network server, the Corresponding Source may be on a different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements.

- e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A “User Product” is either (1) a “consumer product”, which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, “normally used” refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent the only significant mode of use of the product.

“Installation Information” for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work in that User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey an object code work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying.

7. Additional Terms.

“Additional permissions” are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

- a) Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or
- b) Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or
- c) Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or
- d) Limiting the use for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or
- e) Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or
- f) Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that these contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered “further restrictions” within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions; the above requirements apply either way.

8. Termination.

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically terminate your

rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10.

9. Acceptance Not Required for Having Copies.

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so.

10. Automatic Licensing of Downstream Recipients.

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An “entity transaction” is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party’s predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it.

11. Patents.

A “contributor” is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor’s “contributor version”.

A contributor’s “essential patent claims” are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include

claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, “control” includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor’s essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a “patent license” is any express agreement or commitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To “grant” such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deprive yourself of the benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. “Knowingly relying” means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient’s use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is “discriminatory” if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you entered into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law.

12. No Surrender of Others’ Freedom.

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from conveying the Program.

13. Use with the GNU Affero General Public License.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU Affero General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the special requirements of the GNU Affero General Public License, section 13, concerning interaction through a network will apply to the combination as such.

14. Revised Versions of this License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU General Public License “or any later version” applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU General Public License can be used, that proxy’s public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version.

15. Disclaimer of Warranty.

THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM “AS IS” WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.

16. Limitation of Liability.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

17. Interpretation of Sections 15 and 16.

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be given local legal effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

END OF TERMS AND CONDITIONS

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively state the exclusion of warranty; and each file should have at least the “copyright” line and a pointer to where the full notice is found.

```
<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.>
```

```
Copyright (C) <textyear> <name of author>
```

```
This program is free software: you can redistribute it and/or modify  
it under the terms of the GNU General Public License as published by  
the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or  
(at your option) any later version.
```

```
This program is distributed in the hope that it will be useful,  
but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of  
MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the  
GNU General Public License for more details.
```

```
You should have received a copy of the GNU General Public License  
along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
```

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program does terminal interaction, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

```
<program> Copyright (C) <year> <name of author>
```

```
This program comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show w'.  
This is free software, and you are welcome to redistribute it  
under certain conditions; type `show c' for details.
```

The hypothetical commands `show w` and `show c` should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, your program’s commands might be different; for a GUI interface, you would use an “about box”.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or school, if any, to sign a “copyright disclaimer” for the program, if necessary. For more information on this, and how to apply and follow the GNU GPL, see <http://www.gnu.org/licenses/>.

The GNU General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Lesser General Public License instead of this License. But first, please read

<http://www.gnu.org/philosophy/why-not-lgpl.html>.