

e-UCM (Grupo de Investigación en e-learning), UCM

Baltasar Fernández-Manjón, Carmen Fernández-Chamizo, Antonio Navarro, Pilar Sancho, Pablo Moreno-Ger, Iván Martínez-Ortiz, Manuel Freire, Borja Manero, Eugenio Marchiori, Javier Torrente, Ángel del Blanco, Ángel Serrano, Francisco Huertas, Fernando Téllez

Facultad de Informática

C/ Profesor José Fernández Santesmases s/n

{balta, anavarro, pablom, iMartínez, manuel.freire, emarchiori, jtorrente, angel.dba}@fdi.ucm.es, {carmen, pilar, borja}@sip.ucm.es, aserrano@e-ucm.es, fhuertas@pas.ucm.es, ftmora@pdi.ucm.es

Resumen: El grupo de investigación e-UCM de la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid tiene como objetivo principal la investigación en nuevos métodos, técnicas y herramientas que faciliten la producción de software aplicado al e-learning. En este artículo se describen las principales líneas de trabajo.

Palabras clave: e-ucm, eAdventure, juegos educativos, e-learning, estándares

Abstract: The main objective of the e-UCM research group of the Computer Science School of the Complutense University is the research in new methods and tools to ease software production for e-learning purposes. This paper summarizes the main research lines of the group.

Keywords: serious games, e-learning, eAdventure, standards

1. Presentación

e-UCM es un grupo de investigación centrado en la búsqueda y desarrollo de nuevos métodos, técnicas y herramientas que faciliten la producción de software aplicado principalmente al campo del e-learning. Este grupo está formado por siete doctores (dos catedráticos, un titular, tres contratados doctores y un ayudante doctor) y por seis no doctores (un profesor colaborador, un becario y cinco investigadores contratados y doctorandos).

Actualmente el área más activa de trabajo es el campo de los juegos y simulaciones educativas (i.e. *serious games*) en el que se está aplicando toda la experiencia previa del grupo relativa a lenguajes educativos, lenguajes específicos de dominio, tecnologías de marcado, estándares de e-learning y adaptación al usuario.

Uno de los principales resultados del grupo dentro del campo de los juegos y simulaciones es el entorno de creación de juegos educativos e-Adventure. Este proyecto, que nació en el año 2005, ha crecido en

funcionalidad y aceptación por parte de la comunidad académica. Por esta razón se ha utilizado como punto de partida para otras líneas de investigación que abordan nuevos aspectos de investigación como la accesibilidad, la integración con los estándares de e-learning o la utilización de lenguajes visuales para simplificar la representación de juegos (sección 2).

Aún así, el grupo e-UCM tiene un enfoque principalmente técnico y muy centrado en las tecnologías de e-learning. Entre las líneas más activas en la actualidad cabría destacar los trabajos centrados en estudiar y mejorar las aplicaciones de los Lenguajes de Modelado Educativo (sección 3) y la participación activa en el diseño de la arquitectura del Campus Virtual de la UCM desde su creación (sección 4).

Vinculando las líneas relacionadas con el diseño de juegos educativos y las líneas de investigación sobre sistemas y arquitecturas e-learning, el grupo también ha desarrollado distintos proyectos centrados en la integración de actividades interactivas (especialmente juegos) con los entornos e-learning (sección 5).

Por último, aunque estas tecnologías son aplicables a un amplio rango de entornos y dominios, por su interés y relevancia social se está haciendo un esfuerzo especial en la aplicación de estas técnicas en el campo médico, a través de colaboraciones con distintos grupos. Este tipo de proyectos comenzaron en el año 2006 cuando se empezó a colaborar con el Massachussets General Hospital (adscrito al Harvard Medical School). Posteriormente, se han realizado desarrollos conjuntos con los Departamentos de Fisiología y Cirugía de la Universidad Complutense. Desde el año 2009 también se han desarrollado trabajos conjuntos con la Organización Nacional de Trasplantes para mejorar tanto la formación como la representación de sus protocolos médicos, así como con el Centro Aragonés de Tecnologías Educativas (CATEDU) para la formación en primeros auxilios de alumnos de secundaria.

Esta actividad se ha visto reflejada en la participación en distintos proyectos competitivos, tanto nacionales como internacionales, de investigación básica e investigación y desarrollo con empresas (e.g. Indra, Technosite, Logica, CEPAL). Por ejemplo, a nivel europeo e-UCM participa en la *Network of Excellence in Serious Games* (GALA, FP7) y en el proyecto *Serious Games Network* (SEGAN, EU LLP) que nos permite estar en colaboración con parte de los grupos más representativos en el campo de los juegos educativos en Europa (en la sección de agradecimientos se puede obtener una lista de los proyectos actualmente activos).

En las siguientes secciones se presentan con más detalle las principales líneas de investigación del grupo y su estado actual.

2. e-Adventure: Juegos Educativos

En las últimas décadas ha surgido una corriente que aboga por la necesidad de adaptar el sistema educativo a las nuevas necesidades que la sociedad de la información plantea. Una de las alternativas más prometedoras en el panorama de las tecnologías educativas es el uso de videojuegos [Gee 07; Aldrich 04], con características destacables tales como el aumento de la motivación, mejora de las habilidades de resolución de problemas, o el fomento del aprendizaje activo (*learning by doing*).

La plataforma de creación de juegos educativos e-Adventure¹ surgió en el año 2005 como un entorno para la investigación al que se aplicaban conceptos tales como el desarrollo de software mediante lenguajes específicos de dominio y los estándares educativos.

Tras ser publicado abiertamente para el público general en el año 2006, e-Adventure se ha convertido en un entorno de desarrollo estable con una activa comunidad de usuarios propia. En el momento de la escritura de este artículo y desde su publicación en la web de proyectos de código libre *sourceforge*² en noviembre de 2008, acumula más de 28.000 descargas, con una media mensual superior a las 800 en los últimos 6 meses.

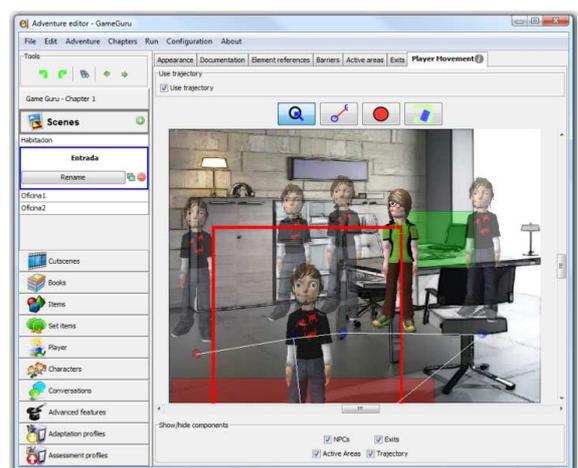


Figura 1. El editor gráfico de la plataforma e-Adventure

e-Adventure nace con el propósito de abordar las dificultades de integración de los juegos en el proceso de enseñanza y facilitar la integración de los docentes en el proceso de desarrollo. La plataforma e-Adventure consta de un editor gráfico (ver Figura 1) en el que, de una manera intuitiva y visual, se permiten definir todos los elementos y relaciones que intervendrán en el juego y de un motor para poder ejecutar los juegos creados [Moreno-Ger 08a].

Además e-Adventure incorpora funcionalidades específicas para aumentar el valor educativo de los juegos como, por ejemplo, mecanismos que permiten la generación automática de informes de evaluación (que a su vez pueden mostrarse al alumno, enviarse al

¹ <http://e-adventure.e-ucm.es>

² <https://sourceforge.net/projects/e-adventure/>

profesor bien por correo electrónico o mediante un campus virtual). De esta manera los profesores pueden conocer el progreso de los alumnos cuando aprenden con los juegos [Moreno-Ger 08b].

Actualmente el grupo se encuentra redefiniendo e-Adventure 2.0 para adaptarse a los nuevos entornos (e.g. tablets, HTML5). Por otro lado, dentro del grupo e-UCM se usa e-Adventure como plataforma para explorar distintas líneas de investigación relacionadas con simulaciones o juegos educativos.

2.1 Mejorando la Creación de Juegos con Técnicas Narrativas

Entre los mayores problemas que limitan el uso de juegos en educación, el coste se plantea como uno de los más importantes. Las herramientas especializadas pretenden paliar este problema, aportando soluciones de bajo coste y alta usabilidad destinadas a usuarios sin un perfil técnico. Las herramientas de autoría profesionales, sin embargo, siguen presentándose como sistemas todavía demasiado complejos para usuarios noveles sin experiencia en programación.

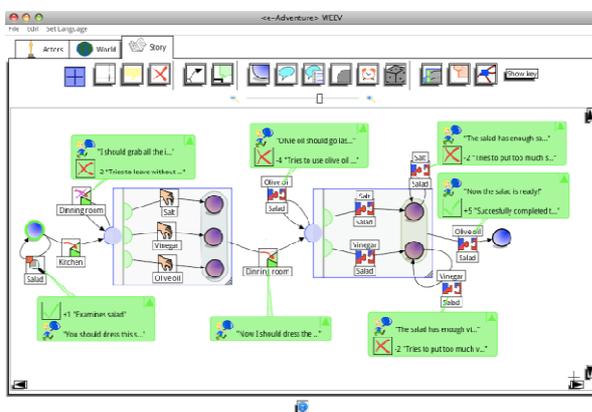


Figura 2. Interfaz de edición de narrativas de WEEV

La investigación por parte de e-UCM se fundamenta en un marco teórico sólido, basado en investigaciones que integran distintas teorías narrativas, de videojuegos, pedagógicas y de lenguajes visuales. Además, con el fin de poder cumplir los objetivos establecidos respecto a usabilidad del sistema y a la posibilidad de que sea utilizado por personas ajenas al campo de la programación, se está usando un enfoque iterativo apoyado por pruebas formativas con usuarios.

El resultado de esta investigación es WEEV, un editor visual que mediante un enfoque narrativo presenta una capa de abstracción de alto nivel que simplifica la creación de juegos con e-Adventure, (ver Figura 2). Después de realizar evaluaciones tanto para el lenguaje visual como de las mejoras que ofrece frente a e-Adventure [Marchiori 12], actualmente se trabaja en la mejora de las metáforas narrativas y en su introducción en la versión 2.0.

2.2 Soluciones Integrales de Accesibilidad para Videojuegos

Dado que la educación es un derecho universal es importante que la introducción de nuevas tecnologías no plantee problemas irresolubles de acceso a personas con discapacidad. Mientras que la accesibilidad para algunos contenidos educativos digitales (e.g. documentos HTML) está razonablemente cubierta gracias a las diversas iniciativas actuales (e.g. WAI de W3C), este aspecto todavía no ha sido cubierto con suficiente profundidad para contenidos multimedia altamente interactivos. Uno de los principales problemas es la falta de metodologías y guías de diseño que tengan en cuenta la accesibilidad desde las primeras fases del desarrollo, con el objetivo de controlar los costos de producción adicionales para adaptar estos contenidos.

En esta línea de trabajo se trata de responder a estas cuestiones mediante el estudio de modelos generales de interacción con juegos en función de la discapacidad para plantear metodologías de desarrollo de juegos que tengan en cuenta la accesibilidad desde el diseño. Así se pueden incluir estas metodologías en las herramientas de autoría como e-Adventure.

Esta investigación se basa en los análisis de usabilidad software para personas con discapacidad y en su implementación se integran diversas tecnologías de accesibilidad actuales (Java Access Bridge, JAWS, etc.). Como resultado se han desarrollado diversos prototipos [Torrente 09, 11] en colaboración con la Fundación ONCE y su empresa Technosite.

2.3 Integración de los Juegos en el Flujo Educativo

Aunque los juegos tienen potencial educativo en sí mismos, son más eficaces si se introducen en cursos junto con otras actividades según las necesidades que identifique el docente. Por tanto un objetivo clave es facilitar la introducción de los juegos en los entornos educativos de la manera que sea más efectiva, aprovechando sus características (e.g. interactividad) para ofrecer nuevas funcionalidades (e.g. evaluación, adaptación). Para lograrlo se ha propuesto un modelo de integración de los juegos que tenga en cuenta sus particularidades para cubrir las necesidades de los docentes y que, al mismo tiempo, sirva para investigar metodologías exitosas de uso de juegos en el currículo educativo.

Además, como parte de este trabajo se estudia la integración de juegos usando los estándares actuales que se aplican en e-learning para lograr la interoperabilidad de contenidos (e.g. SCORM, IMS CC, IMS BLTI, etc.) de modo que se pueda reducir la dificultad técnica y el coste de dicha integración [del Blanco 11]. Actualmente los juegos e-Adventure pueden exportarse automáticamente siguiendo los estándares IMS CC y SCORM. Fruto de este trabajo actualmente e-UCM coordina un grupo de trabajo del subcomité de estandarización de AENOR 71/36, para crear un perfil de aplicación de uso de juegos siguiendo SCORM.

Por otro lado se trabaja en metodologías relacionadas con los usos efectivos de juegos en diseños educativos, con el rol del profesor en estas experiencias, o con su uso combinado con otras herramientas. En esta línea y en colaboración con Macquarie University se usa el entorno LAMS para poner en práctica la investigación realizada en relación con diseños educativos con juegos en centros educativos en Madrid (e.g. C.P. Ramiro de Maeztu). El objetivo es evaluar las ventajas e inconvenientes de la herramienta e-Adventure específicamente desarrollada en LAMS [del Blanco, en prensa].

2.4 Juegos y *Learning Analytics*

En todo proceso educativo la evaluación de la actividad del alumno es un aspecto clave para la determinación del cumplimiento de los objetivos previstos. Esta tarea no es trivial, y aunque coexisten

multitud de herramientas y enfoques, la evaluación suele quedar limitada al resultado de un examen. En el caso de los juegos es una tarea compleja y aún por explorar, más aún cuando se puede aprovechar la alta interactividad de estos contenidos para realizar una evaluación más precisa y detallada.

El grupo e-UCM está investigando nuevos métodos y técnicas de extracción de datos y modelos de procesamiento de esta información. Por un lado se pretende mejorar los métodos de evaluación con juegos. Por otro, se busca la obtención de datos sobre el progreso educativo en el juego en tiempo real que permitan extraer conclusiones a los docentes para proponer modificaciones en el proceso de aprendizaje que mejoren la experiencia del alumno. Para ello se están abordando aspectos de *learning analytics* en juegos evaluando cuáles son los datos más relevantes a extraer para ayudar a los docentes a crear un juicio sobre el uso que se está haciendo y si se está aprendiendo con el uso del juego.

Actualmente se está diseñando un sistema para la recogida y procesamiento de toda esta información [Serrano 12] y se está implementando en la versión 2.0 de e-Adventure.

2.5 Videojuegos en Dispositivos Móviles

Dada su reciente popularización, los dispositivos móviles han tomado un especial interés en el campo educativo, no solo por la ubicuidad o posibilidad de acceder a la formación desde cualquier lugar, sino también por el potencial educativo que ciertas características técnicas de este tipo de dispositivos ofrecen (e.g. QR-Codes, GPS, acelerómetro, etc.).



Figura 3. Juegos en Android

En este contexto, en el grupo e-UCM se pretende aplicar las nuevas tecnologías móviles a los contenidos e-learning en general y a los videojuegos educativos en particular.

Tras un análisis inicial de las tecnologías móviles y las ventajas de utilizar juegos en estos dispositivos, se realizó como punto de partida una adaptación de la plataforma e-Adventure a Android [Marchiori 10], la cual estará disponible en Google Play a corto plazo.

3. Lenguajes de Modelado Educativo

El modelado educativo es un concepto amplio relacionado con la formalización de la descripción del proceso de enseñanza/aprendizaje. En enseñanza ha habido muchos esfuerzos para planificar y representar el proceso utilizado para enseñar a los alumnos con diferentes objetivos (documentar el proceso de enseñanza a nivel administrativo, compartir buenas prácticas entre profesores, etc.) y se ha llevado a cabo con diferentes niveles de detalle (desde una simple descripción de la estructura del curso, a una detallada de los contenidos y actividades a realizar). Del análisis de estas prácticas surge el concepto de Lenguaje de Modelado Educativo (EML por sus siglas en inglés) como una nueva herramienta para el campo del e-learning [Martínez-Ortiz 07]. Desde el punto de vista conceptual, se pretende que los EMLs puedan ser utilizados por los profesores para formalizar los procesos de enseñanza, mientras que, desde el punto de vista tecnológico, se pretende que estas descripciones formalizadas puedan servir para automatizar las tareas de configuración y administración de las plataformas educativas, con el objetivo de aliviar la carga del docente.

La adopción generalizada de los EMLs se ha visto truncada por la complejidad de su uso por los educadores debido a la alta expresividad de estos lenguajes, unido a la falta de herramientas de autoría y de reproductores en los sistemas de e-learning que soporten las propuestas estándar de EMLs.

Los principales objetivos de esta línea de investigación son acercar los EMLs a los instructores y promover la reutilización de diseños educativos existentes. Como caso de estudio en esta línea de trabajo se ha seleccionado IMS *Learning Design* (IMS LD) como EML representativo para poner en práctica los avances desarrollados en esta línea de investigación debido a su alto nivel de estandarización. No obstante, continúan existiendo serias dificultades para su aceptación por parte de la

comunidad educativa, así como para su inclusión generalizada en sistemas de e-learning.

Por ello, estos objetivos se abordan desde dos frentes complementarios: metodológico y tecnológico. Desde el punto de vista metodológico, se propone un modelo de proceso completo y colaborativo que integre a educadores y desarrolladores tanto en el desarrollo de los EMLs como en el desarrollo de las herramientas de soporte. Desde el punto de vista tecnológico, y con el objetivo de acercar los EMLs a los instructores, se propone la diferenciación entre lenguajes de modelado educativo de autoría, con una expresividad restringida a las necesidades del instructor y fáciles de usar (habitualmente mediante una notación gráfica sencilla) y lenguajes de modelado educativo de intercambio que tienen gran expresividad y contienen elementos de bajo nivel [Martínez-Ortiz 09a].

Adicionalmente, otro aspecto que se ha tenido en cuenta en esta línea de trabajo es lograr facilitar la reutilización de los diseños educativos formalizados mediante EMLs. Esta reutilización se fomenta mediante la implementación de herramientas de análisis de diseños educativos y su incorporación al proceso de autoría [Martínez Ortiz 09b].

4. El Proyecto Arquitecturas Avanzadas en Campus Virtuales

La UCM dispone de uno de los mayores campus virtuales en castellano del mundo tanto por número de alumnos, de docentes o cursos disponibles. Desde su diseño y creación, e-UCM ha estado vinculado a la arquitectura software de dicho campus.

Según Van Dusen “el campus virtual es una metáfora para un entorno electrónico de enseñanza, e investigación, creada por la convergencia de distintas tecnologías de la información y la comunicación” [Van Dusen 97]. Nosotros definimos a los campus virtuales como los sistemas software que las instituciones de educación superior utilizan para dar soporte a la docencia [Navarro et al. 10]. En general, estos campus virtuales están soportados por uno o varios *Learning Management Systems* (LMSs), complementados por distintos sistemas de gestión e integración de la información [Navarro 11].

4.1. Arquitecturas del Campus Virtual de la UCM

La primer arquitectura del campus virtual, operativa hasta el curso 2008-2009, estaba basada en WebCT 4.1, complementado por una aplicación administrativa responsable de funciones auxiliares (e.g. cambio de contraseña) y por una aplicación de carga de datos de la gestión académica de la UCM. Esta aplicación administrativa estaba programada en PHP.

La dependencia de una única plataforma, así como la necesidad de incluir nuevas funcionalidades de e-learning, hicieron evolucionar el campus virtual a su arquitectura actual. Esta arquitectura está formada por dos LMSs distintos (Moodle 1.9 y Sakai 2.4), una aplicación J2EE multicapa para la presentación integrada de los cursos que los usuarios pudieran tener en distintos LMSs, una aplicación de gestión, y una aplicación de carga de datos del almacén de *datawarehouse* de la UCM. La Figura 4 muestra una captura del campus virtual de la UCM donde aparecen integrados los cursos de los distintos LMSs.

A pesar de que la arquitectura actual cumple con las necesidades presentes de los usuarios del campus virtual, estamos desarrollando nuevas arquitecturas que puedan ser de utilidad en el futuro.

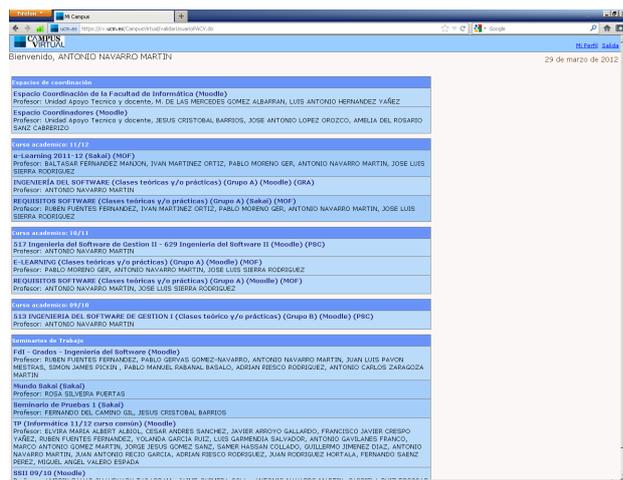


Figura 4. Presentación integrada de los cursos de distintos LMSs (marcados por tonos de azul).

4.2. Arquitecturas en Desarrollo

Uno de los principales inconvenientes de los campus virtuales actuales es la dependencia de los LMSs

subyacentes a los mismos. Así, a pesar de la aplicación de integración existente actualmente en el campus virtual de la UCM, la interacción del usuario se realiza con LMSs concretos.

En la actualidad estamos desarrollando una arquitectura orientada a servicios que permita independizar al campus virtual del LMS subyacente. El núcleo de esta arquitectura es un conjunto de servicios web utilizados para aislar al campus virtual de los LMSs específicos. En un primer paso, la arquitectura sólo soportaría un LMS con la idea de que soporte diversos LMSs funcionando simultáneamente en un futuro cercano. Así, el usuario podría utilizar en un mismo curso los foros de un LMSs y los wikis de otro LMS distinto.

Otro problema importante que tienen que afrontar los campus virtuales es la integración en el *Managed Learning Environment* (MLE) de la universidad. El MLE representa el conjunto de sistemas tanto de gestión (p.e. matrícula de alumnos) como de e-learning (p.e. campus virtual) de la universidad. También está en desarrollo una arquitectura de MLE para facilitar la integración de los campus virtuales con el resto de sistemas informáticos de la universidad.

En las dos arquitecturas en desarrollo se está teniendo en cuenta el uso de la arquitectura dirigida por modelos [OMG 01], para facilitar la mantenibilidad de los distintos sistemas desarrollados.

5. Integración de Sistemas Interactivos con Sistemas de e-Learning

Aunando las líneas de trabajo centradas en juegos educativos con las líneas centradas en los sistemas y las arquitecturas de e-learning, el grupo e-UCM también ha realizado distintos desarrollos relacionados con la combinación de actividades interactivas (juegos, dispositivos móviles, mundos virtuales, etc.) con entornos de e-learning. Esto permite no solo que estas actividades innovadoras, que en el contexto de un aula resultarían disruptivas, puedan emplear los LMS como apoyo, sino también que las actividades interactivas se puedan ejecutar fuera del aula, y que su seguimiento y gestión se puedan llevar a cabo desde el propio LMS.

5.1 NUCLEO: Mundos Virtuales para Aprendizaje Colaborativo Basado en Problemas

El mercado laboral exige de manera creciente profesionales que dominen determinado tipo de destrezas sociales o competencias interpersonales, que resultan esenciales para trabajar en equipo de manera efectiva. Enseñar este tipo de habilidades o *soft skills* es muy complicado, ya que requieren un grado de participación y compromiso del que los alumnos actuales generalmente carecen. La comunidad educativa está potenciando el desarrollo de nuevos tipos de aplicaciones orientadas a conseguir dos objetivos: favorecer la interacción social e incrementar el atractivo visual e interactividad de los entornos.

El objetivo de línea de trabajo es proponer un marco y un entorno de aprendizaje virtual que potencie la adquisición de habilidades de trabajo en grupo a la par que los conocimientos técnicos, incrementando la motivación de los estudiantes mediante su participación con un rol activo hacia el aprendizaje consiguiendo que esta solución sea integrable en el marco de un LMS [Sancho 09].



Figura 5. El mundo virtual de NUCLEO, conectado al calendario y los foros de Moodle.

Basado en estos objetivos, el grupo e-UCM ha desarrollado NUCLEO, nombre genérico que engloba tanto la arquitectura de referencia del sistema, como los diferentes sistemas que se han instanciado sobre ella. NUCLEO utiliza una estrategia clásica de Aprendizaje Basado en Problemas (PBL, del acrónimo inglés) gestionada a través de un LMS (en este caso concreto Moodle), con la incorporación de una serie de elementos destinados a incrementar la

eficiencia de la estrategia desde el punto de vista de los objetivos perseguidos [Sancho 11]. Sin embargo, no resulta en absoluto sencillo implementar de manera efectiva aproximaciones basadas en el paradigma PBL, muy particularmente en entornos virtuales, en los que la riqueza de interacción interpersonal es más limitada que en los entornos presenciales. Uno de los principales obstáculos es lograr establecer dinámicas efectivas de colaboración entre los miembros de los equipos.

Para ello, NUCLEO aplica estrategias combinadas con el objetivo de mejorar la eficiencia del proceso colaborativo en el que sucede el aprendizaje. Estas estrategias engloban la escenificación del aprendizaje en el contexto de un juego de rol multijugador que sucede en un mundo virtual fantástico (MUVE) para fomentar el rol activo del alumno y su motivación. Mediante la formación de equipos heterogéneos pretende fomentar la colaboración en el proceso de aprendizaje. La asignación de los roles dentro de los equipos se realiza en base a los estilos de aprendizaje de los alumnos con una reconfiguración y reasignación de dichos roles de manera dinámica a lo largo del curso en caso de que sea necesario.

Actualmente se está terminando de completar una nueva versión del sistema NUCLEO, simplificando algunos aspectos técnicos y, sobre todo, haciendo que sea más sencillo de instalar y mantener para poder hacer pruebas y evaluaciones de forma más sencilla. Por otro lado se lleva ya colaborando más de dos años con la Facultad de Educación de la UCM para probar cómo se podría usar este enfoque para ayudar a la determinación de competencias en los estudiantes. Las competencias son uno de los elementos clave en la implantación de los nuevos planes de estudios de Grado pero no está ampliamente aceptado cómo se determina la adquisición o no de dichas competencias por parte de los estudiantes.

5.2 Trivial-CV

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), ha aumentado el interés por la aplicación de nuevas metodologías para incrementar la participación del alumno en clase. Pero captar su atención y fomentar su participación no es fácil, ya que los alumnos

tienden a adoptar roles pasivos. Por otro lado, desde el campo de la pedagogía, se mencionan a menudo factores como la colaboración y la competitividad como formas de aumentar la motivación intrínseca de los alumnos, lo que sugiere la posibilidad de organizar en el aula actividades estructuradas en forma de competición colaborativa. Pero en la práctica, estas ideas chocan con la realidad de la actividad docente diaria, en la que la organización de este tipo de actividades innovadoras supone una gran sobrecarga de trabajo para el equipo docente.

El proyecto TrivialCV explora la posibilidad de emplear las funciones de los campus virtuales como soporte para la organización de estas actividades. Además propone un modelo de actividad diseñada para organizar competiciones por equipos en el aula, con ayuda de un videoprojector, con un formato de preguntas y respuestas de tipo Trivial (ver Figura 6). El sistema facilita la labor del docente mediante la integración con los sistemas existentes de campus virtual. La herramienta descarga las listas de alumnos de un LMS (en este caso, Moodle), prepara los grupos, gestiona las competiciones y, finalmente, vuelca los resultados de las mismas en el LMS como una prueba de evaluación más.

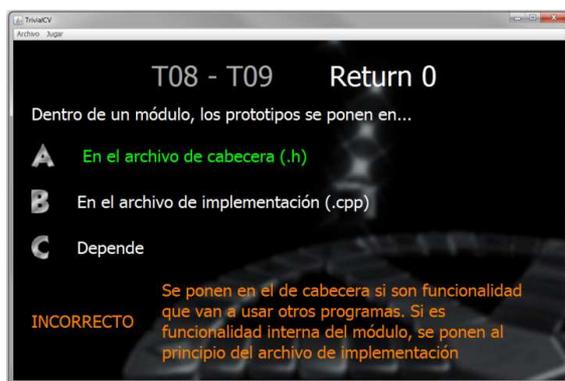


Figura 6. La herramienta Trivial-CV mostrando una pregunta para el equipo "Return 0"

6. Aplicación de Nuevas Tecnologías Educativas en el Campo Médico

Esta línea de trabajo cubre la aplicación de nuevas tecnologías para abordar dos aspectos médicos diferentes pero relacionados como son, por un lado, la mejora en la comunicación y colaboración en equipos médicos y, por otro, la mejora en la

formulación y enseñanza de procedimientos médicos mediante el uso de simulaciones de bajo coste. Un objetivo común que se desea lograr es formalizar y explicitar el conocimiento tácito utilizado en procesos médicos para poder reutilizarlo en futuros casos y para poder mejorar la formación del personal médico.

Entre los primeros trabajos dentro de esta línea, cabe destacar la elaboración de simulaciones e-Adventure para la formación de estudiantes de medicina en la UCM. El primer desarrollo en este sentido fue la creación de una simulación con características de juego que modela una práctica de cálculo del valor hematocrito en una muestra de sangre. Esta simulación, realizada en colaboración con el Departamento de Fisiología de la UCM, ha sido evaluada con más de 500 alumnos durante dos años.

En esta misma línea, en 2011 se ha creado un juego educativo tipo simulación en colaboración con el Departamento de Cirugía de la UCM para preparar a los alumnos antes de su primera visita al quirófano. El objetivo del juego es reducir el estrés y los errores cometidos por los alumnos de ciencias de la salud en su primera experiencia en quirófano. El juego está actualmente siendo evaluado con más de 300 alumnos de medicina y enfermería.

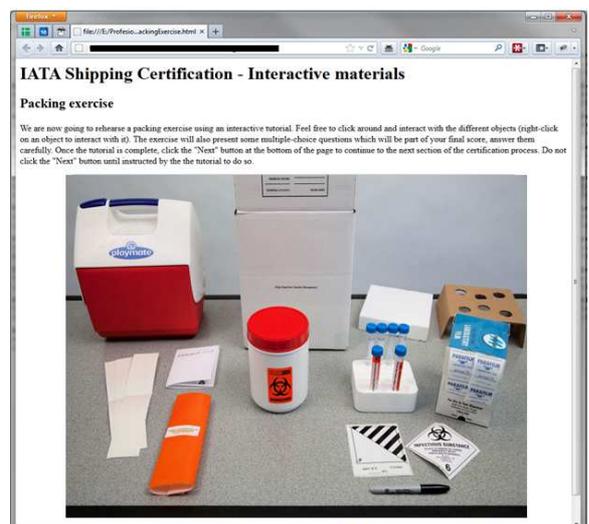


Figura 7. Juego integrado con el entorno e-learning del Hospital General de Massachussets.

Entre los trabajos actuales, encontramos la formación de nuevo personal en la Organización Nacional de Trasplantes. El objetivo central es la planificación y ejecución completa y desde cero de un sistema de e-

learning para la ONT. El desarrollo se ha realizado mediante la adquisición previa de la documentación existente de los protocolos, la participación directa del personal experto, y refinamiento de las simulaciones mediante diseño iterativo con validación y mejoras del personal de la organización. Esta etapa de validación ha supuesto una mejora en los métodos de formalización del conocimiento implícito utilizado por un equipo médico heterogéneo, así como en la especificación de los procesos médicos gracias a la comprobación del conocimiento mediante el uso de las simulaciones. Actualmente la simulación está siendo utilizada en cursos de formación para evaluar su impacto.

Todavía dentro de las aplicaciones del campo médico, también se ha desarrollado una aplicación para enseñar maniobras de soporte vital básico (SVB, o primeros auxilios) a estudiantes de instituto en colaboración con el Centro de Tecnologías Educativas de Aragón (CATEDU) y de médicos de emergencias del Hospital Miguel Servet de Zaragoza. Esta aplicación se ha probado con más de 300 alumnos en 4 institutos diferentes de Aragón demostrando una alta eficacia [Marchiori, en prensa].

En esta misma línea aparece el trabajo realizado para formación de personal médico en el MGH en aspectos de manipulación de material peligroso. El objetivo era modelar de manera online un curso presencial obligatorio para todos los empleados del MGH, con clases presenciales, un test y una demostración práctica de la preparación de un paquete para enviar agentes infecciosos. Dentro de esta colaboración, se desarrolló un juego que simulaba la preparación de un paquete con hielo seco. El juego servía a la vez de tutorial y examen, ya que enviaba los resultados al sistema de e-learning del Hospital en forma de calificación.

Cabe mencionar también los trabajos en colaboración con la Universidad de Chile y Harvard Medical School que plantean un nuevo uso de los juegos para su aplicación en la determinación temprana de problemas mentales (*screening*). El objetivo es modelar juegos y simulaciones de test que ayuden a determinar las capacidades funcionales y cognitivas de un paciente. En concreto se han desarrollado dos simulaciones para la determinación de lesiones frontotemporales, que actualmente están siendo

evaluadas con pacientes en la Universidad de Chile.

Siguiendo en la línea de formación de profesionales en el entorno médico, actualmente nos encontramos en la fase de diseño de una simulación para la aplicación rigurosa de la lista de verificación de quirófano, problema que actualmente está siendo discutido a nivel regional y nacional para su regulación. En el diseño colaboramos con médicos, enfermeros y anestesiólogos vinculados a la UCM así como con responsables de seguridad del paciente de la Comunidad de Madrid.

Agradecimientos

La investigación del grupo e-UCM ha sido parcialmente financiada por la Universidad Complutense de Madrid (GR35/10-A-921340, PIMCD2010/161 y PIMCD 2010/93), la Comunidad de Madrid (eMadrid S2009/TIC-1650), el Ministerio de Educación (TIN2009-14317-C03-01, TIN2010-21735-C02-02) y la Comisión Europea (SEGAN 519332-LLP-1-2011-1-PT-KA3-KA3NW, CHERMUG 519023-LLP-1-2011-1-UK-KA3-KA3MP, y GaLA FP7-ICT-2009-5-258169).

Referencias

- [Aldrich 04] C. Aldrich, *Simulations and the Future of Learning: An Innovative (and Perhaps Revolutionary) Approach to e-Learning*. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2004.
- [del Blanco 11] Á. del Blanco, J. Torrente, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón, "Análisis del uso del estándar SCORM para la integración de juegos educativos," *IEEE-RITA*, vol. 6, no. 3, pp. 118-127, 2011.
- [del Blanco, en prensa] Á. del Blanco, J. Torrente, E. J. Marchiori, I. Martínez-Ortiz, P. Moreno-Ger, and B. Fernández-Manjón, "A framework for simplifying educator tasks related to the integration of games in the learning flow," *Education Technology & Society*, en prensa.
- [Gee 07] J. P. Gee, *Good Videogames and Good Learning: Collected Essays on Video Games*. New York: Peter Lang Publishing, 2007.
- [Marchiori 10] E. J. Marchiori, J. Torrente, Á. Del Blanco, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón, "Extending a game authoring tool for

- ubiquitous education,” Third IEEE International Conference on Ubi-media (U-Media), 2010, pp. 171-178.
- [Marchiori 12] E. J. Marchiori, J. Torrente, Á. del Blanco, P. Moreno-Ger, P. Sancho, and B. Fernández-Manjón, “A narrative metaphor to facilitate educational game authoring,” *Computers & Education*, vol. 58, no. 1, pp. 590-599, Enero 2012.
- [Marchiori, en prensa] E. J. Marchiori, G. Ferrer, B. Fernández-Manjón, J. F. Suberviola, and A. Giménez-Valverde, “Instrucción en maniobras de soporte vital básico mediante videojuegos a escolares: comparación de resultados frente a grupo de control”, *Revista Emergencias*, en prensa.
- [Martínez-Ortiz 07] I. Martínez-Ortiz, P. Moreno-Ger, J. L. Sierra, and B. Fernández-Manjón, “Educational modeling languages: A conceptual introduction and a high-level classification,” *Computers & Education*, Springer Netherlands, pp. 27-40, 2007.
- [Martínez-Ortiz 09a] I. Martínez-Ortiz, J. L. Sierra, and B. Fernández-Manjón, “Authoring and reengineering of IMS Learning Design Units of Learning,” *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 2, no. 3, pp. 189-202, Julio 2009.
- [Martínez-Ortiz 09b] I. Martínez-Ortiz, J. L. Sierra, and B. Fernández-Manjón, “Enhancing IMS LD Units of Learning comprehension,” *Fourth International Conference on Internet and Web Applications and Services*, pp. 561-566, 2009.
- [Moreno-Ger 08a] P. Moreno-Ger, I. Martínez-Ortiz, J. L. Sierra, and B. Fernández-Manjón, “A content-centric development process model,” *Computer*, vol. 41, no. 3, pp. 24-30, 2008.
- [Moreno-Ger 08b] P. Moreno-Ger, D. Burgos, I. Martínez-Ortiz, J. L. Sierra, and B. Fernández-Manjón, “Educational game design for online education,” *Computers in Human Behavior*, vol. 24, no. 6, pp. 2.530-2.540, Sep. 2008.
- [Navarro et al. 10] A. Navarro, J. Cristóbal, A. Fernández-Valmayor, C. Fernández-Chamizo, H. Hernanz, S. Guillomía, and F. Buendía. “Towards a new generation of Virtual Campuses”. *AICT 2010*.
- [Navarro et al. 11] A. Navarro, J. Cristóbal, C. Fernández-Chamizo, and A. Fernández-Valmayor, “Architecture of a multiplatform Virtual Campus”. *Software: Practice and Experience*, 2011, DOI: 10.1002/spe.1130.
- [OMG 01] OMG MDA Guide Version 1.0.1, <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?omg/03-06-01>, 2001.
- [Sancho 09] P. Sancho, R. Fuentes-Fernández, and B. Fernández-Manjón, “Learning teamwork skills in university programming courses,” *Computers & Education*, vol. 53, no. 2, pp. 517-531, Sep. 2009.
- [Sancho 11] P. Sancho, J. Torrente, E. J. Marchiori, and B. Fernández-Manjón, “Enhancing Moodle to support Problem Based Learning: The Nucleo experience,” *2nd IEEE Education Engineering Conference (EDUCON 2011)*, 2011, pp. 1.177-1.182.
- [Serrano 12] A. Serrano, E.J. Marchiori, A. del Blanco, J. Torrente and B. Fernández-Manjón. “A framework to improve evaluation in educational games”, *2012 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2012)*, 2012.
- [Torrente 09] J. Torrente, Á. Del Blanco, P. Moreno-Ger, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón, “Implementing accessibility in educational videogames with <e-Adventure>,” *First ACM International Workshop on Multimedia Technologies for Distance Learning - MTDL '09*, 2009, pp. 55-67.
- [Torrente 11] J. Torrente, J. Á. Vallejo-Pinto, P. Moreno-Ger, and B. Fernández-Manjón, “Introducing accessibility features in an educational game authoring tool: The <e-Adventure> experience,” *11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2011)*, 2011.
- [Van Dusen 97] G. C. Van Dusen, “The Virtual Campus: Technology and reform in Higher Education”, *ASHE-ERIC Higher Educ. Report*, vol. 25. (1997).
- [Vermunt 98] J. Vermunt, “The regulation of constructive learning processes,” *British Journal of Educational Psychology*, vol. 68, no. 2, pp. 149-171, 1998.