

Sistema maleable para el apoyo y guiado del aprendizaje colaborativo basado en servicios grid

Miguel L. Bote Lorenzo, Eduardo Gómez Sánchez, Guillermo Vega Gorgojo,
Yannis. A. Dimitriadis, Juan I. Asensio Pérez, Davinia Hernández Leo
Dpto. de Teoría de la Señal, Comunicaciones e Ingeniería Telemática. Universidad de Valladolid
ETSI de Telecomunicación. Camino Viejo del Cementerio s/n
47011 – Valladolid (Valladolid)
E-mail: {migbot, edugom, guiveg, yannis, juaase, davher}@tel.uva.es

***Abstract.** This paper introduces Gridcole, a system that can be easily tailored by educators in order to support the realization of collaborative learning scenarios designed by themselves. To do so, educators can provide a script specifying the sequence of learning activities to be performed by students as well as the documents and tools required to support them. Gridcole can then search for these tools in a service-based grid in order to make them available to users whenever it is required. Significantly, these tools are not limited in terms of access to supercomputational capabilities or specific hardware resources. Furthermore, Gridcole can guide students during the realization of the collaborative learning scenario according to the sequence of activities defined in the script.*

1 Introducción

El aprendizaje colaborativo [1] es un proceso en el que la adquisición de conocimientos y habilidades se lleva a cabo mediante la interacción entre los participantes del mismo. Esta aproximación pedagógica es, en muchas circunstancias, más efectiva que el aprendizaje individual [2], pero requiere un mayor esfuerzo por parte del educador para diseñar situaciones de aprendizaje colaborativo. Una situación de aprendizaje colaborativo se define como un escenario creado con la intención de que los alumnos construyan conocimiento a través de la realización de una serie de actividades de aprendizaje colaborativo y de aprendizaje individual [3].

En este sentido, el Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Ordenador (CSCL – *Computer Supported Collaborative Learning*) [4] es una disciplina que estudia el uso de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) como herramientas de mediación para facilitar el aprendizaje colaborativo. Fruto de la intensa actividad en este dominio durante los últimos años, son numerosos los sistemas de aprendizaje colaborativo apoyado por ordenador (o sistemas CSCL) desarrollados hasta el momento. En general, un sistema CSCL es una aplicación que integra un conjunto de herramientas software de apoyo para la realización de una situación de aprendizaje colaborativo. Estas herramientas pueden ser específicas de un dominio de aprendizaje concreto (ej: un editor colaborativo de cadenas de energía para aprender Física) o genéricas (ej: un editor de textos). Además, las herramientas pueden ser tanto de uso individual como colaborativo.

Una de las características más deseadas en los sistemas de aprendizaje en general, y en los de

aprendizaje colaborativo en particular, es la maleabilidad (*tailorability*). Un sistema maleable es aquel que permite a sus usuarios añadir nuevas funcionalidades. De esta manera, un sistema CSCL maleable permite modificar el conjunto de herramientas ofrecido para apoyar un escenario de aprendizaje colaborativo dado. Algunos ejemplos de este tipo de sistemas son DARE [5], Symba [6] y CURE [7]. Sin embargo, la utilidad de los sistemas de aprendizaje colaborativo maleables que es posible encontrar en la literatura se ve limitada en dos aspectos fundamentales.

Por una parte, no ofrecen la posibilidad de integrar herramientas que hagan uso de capacidades de supercomputación o de recursos de hardware específico. Existen numerosas situaciones de aprendizaje colaborativo en las que este tipo de herramientas es necesario, especialmente en áreas como las ciencias naturales, la ingeniería o la medicina. Por ejemplo, en COVASE [8] se utilizan recursos de supercomputación para crear un entorno de realidad virtual en el que los alumnos interactúan con modelos tridimensionales complejos relacionados con el análisis de elementos finitos o la mecánica de fluidos. En PEARL [9] se accede a hardware específico (un generador de señales, un osciloscopio y un microcontrolador) como parte del proceso de aprendizaje colaborativo en el contexto de un laboratorio de electrónica. Sin embargo, estos sistemas no son maleables, y por lo tanto impiden al educador utilizarlos en situaciones de aprendizaje colaborativo distintas.

Por otra parte, los sistemas maleables existentes tampoco ofrecen la posibilidad de interpretar guiones colaborativos definidos por el educador. Un guión colaborativo es un conjunto de instrucciones que define, entre otras cosas, qué secuencia de actividades deben realizar los alumnos y cómo éstos

deben colaborar [10] para lograr unos objetivos pedagógicos determinados. De acuerdo con [10], la realización de actividades de aprendizaje de acuerdo con un guión colaborativo permite aumentar la efectividad del aprendizaje. La interpretación de un guión colaborativo por parte de un sistema CSCL implica que éste debe hacerse cargo de gestionar la secuencia de actividades que deben realizar los participantes del escenario. Un ejemplo de sistema CSCL guiado es Universanté [11]. Sin embargo, se trata de un sistema no maleable que no permite al educador modificar el guión utilizado

Este artículo propone Gridcole, un sistema que explota los beneficios de los servicios grid para permitir al educador integrar de manera sencilla herramientas que respondan a sus necesidades educativas, incluyendo herramientas con necesidades de supercomputación o de recursos de hardware específico. Además, Gridcole es un sistema dotado con la capacidad de interpretar guiones colaborativos basados en IMS-LD (*IMS Learning Design – Diseño de Aprendizaje IMS*) [12] definidos por el educador para, de este modo, permitir realizar actividades de aprendizaje colaborativo de forma guiada.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 se discuten las tecnologías empleadas para abordar los problemas detectados en los sistemas maleables. La sección 3 introduce un nuevo sistema que, empleando dichas tecnologías, pretende superar las limitaciones antes mencionadas. La sección 4 muestra dos ejemplos de situaciones de aprendizaje colaborativo que podrían ser apoyadas por este nuevo sistema. Finalmente, la sección 5 recoge las principales conclusiones de este trabajo.

2 Tecnologías usadas en Gridcole

La especificación IMS-LD y el grid basado en servicios pueden ser empleados para abordar las limitaciones de los sistemas maleables detectados en la sección anterior. Esta sección discute cómo pueden emplearse ambas tecnologías para construir un nuevo sistema que permita el guiado de situaciones de aprendizaje colaborativo en las que se pueda utilizar herramientas que hagan uso de recursos de supercomputación o de hardware específico.

2.1 IMS-LD para la formalización de guiones colaborativos

IMS-LD [12] es un lenguaje de modelado educativo basado en XML para la formalización de procesos de enseñanza-aprendizaje en documentos denominados diseños de aprendizaje. Concretamente, IMS-LD permite la descripción de *escenarios de aprendizaje* en términos de un *flujo de actividades* y un conjunto de *entornos*. El flujo de actividades especifica la secuencia de *actividades* que un aprendiz debe llevar a cabo para lograr determinados objetivos pedagógicos en función del rol que éste desempeña en el escenario. Los entornos se describen en

términos de las *herramientas y contenidos* que se deben poner a disposición de los alumnos a la hora de realizar cada actividad. La popularidad de la especificación IMS-LD ha dado lugar a la aparición de herramientas de autoría como Reload [13] que permiten a los educadores generar diseños de una manera más sencilla.

IMS-LD suele ser utilizado en combinación con otras especificaciones. De esta manera, es posible emplear la especificación IMS-LRM (*IMS Learning Resource Metadata – Metadatos para Recursos de Aprendizaje IMS*) [14] para introducir en los diseños de aprendizaje descripciones genéricas de los documentos y las herramientas que se utilizan en el apoyo de las distintas actividades. Además, los diseños de aprendizaje suelen incluirse en un fichero denominado *unidad de aprendizaje* de acuerdo con la especificación IMS-CP (*IMS Content Packaging – Empaquetado de Contenidos IMS*) [15]. En las unidades de aprendizaje es posible incluir referencias a los documentos y herramientas concretos que deben ser empleados para apoyar el diseño empaquetado.

IMS-LD también puede ser empleado para la formalización de guiones colaborativos en combinación con la extensión propuesta en [16]. Esto permite que los guiones puedan ser interpretados de manera automática por motores de flujo de aprendizaje como Coppercore [17] que pueden ser incluidos en el contexto de un sistema de e-aprendizaje.

2.2 Servicios grid para el apoyo de actividades de aprendizaje

La computación grid es un paradigma computacional que promueve la compartición de todo tipo de recursos de software y hardware entre múltiples organizaciones administrativas [18]. Las aplicaciones que se ejecutan en un grid pueden hacer uso de los recursos ofrecidos en él por cualquier organización. Dichos recursos pueden ser utilizados por las aplicaciones con cualquier propósito.

En particular, el grid computacional ha sido tradicionalmente empleado en aplicaciones de ámbito científico. Sin embargo, en la actualidad se considera que la educación será una de las aplicaciones del grid más importantes en un futuro cercano [19,20]. En esta subsección se discute cómo un grid puede ofrecer herramientas susceptibles de ser integradas en un sistema de e-aprendizaje maleable.

En un grid computacional, distintas organizaciones proveedoras podrían ofrecer todo tipo de herramientas potencialmente útiles para apoyar diferentes actividades de aprendizaje, tanto de tipo colaborativo como individual. De acuerdo con el marco conceptual definido por OGSA (*Open Grid Service Architecture – Arquitectura Abierta de Servicios Grid*) [18], dichas herramientas deberían ser expuestas como servicios grid. Además, estos

servicios podrían ser registrados en directorios específicos para herramientas de apoyo al aprendizaje. Esto facilitaría a los educadores localizar las herramientas que necesitasen para dar apoyo a su situación de aprendizaje colaborativo particular.

Estas herramientas deberían ser desarrolladas por los propios proveedores o, de forma alternativa, integradas total o parcialmente a partir de servicios grid compartidos por otros proveedores. En particular, las herramientas podrían hacer uso de manera agregada de los recursos computacionales disponibles en el grid para abordar problemas de supercomputación. Igualmente, podrían acceder a aquellos recursos hardware compartidos en el grid de los que el proveedor no disponga de forma local. Esto no implica, sin embargo, que las herramientas ofrecidas por los proveedores se reduzcan a aquellas que hacen uso de recursos extraordinarios compartidos por terceros. En cambio, esto significa que el grid ofrecería todo tipo de herramientas de apoyo al aprendizaje que, en aquellas situaciones en que sea necesario, no se verían limitadas en cuanto al uso de dichos recursos.

Teniendo en cuenta que la interacción con el usuario será en la mayor parte de las ocasiones un aspecto muy importante de las herramientas de apoyo al aprendizaje, los proveedores de dichas herramientas deberían proporcionar no sólo la implementación de la lógica de aplicación de las mismas de acuerdo con la especificación OGSi (*Open Grid Service Infrastructure* – Infraestructura Abierta de Servicios Grid) [21], sino también el cliente del servicio con la implementación de la lógica de presentación del mismo. En la actualidad OGSA no dispone de una especificación formal para los servicios orientados a presentación como es el caso de la especificación WSRP (*Web Services for Remote Portlets* – Servicios Web para Portlets Remotos) [22] para servicios web. Sin embargo, de acuerdo con las ideas de ésta, es razonable pensar que los clientes de los servicios grid se deberían ajustar a un estándar que facilitara, entre otros aspectos, la instalación del cliente en una máquina distinta a la del proveedor.

De este modo, las herramientas ofrecidas como servicios grid podrían ser fácilmente empleadas en el contexto de un sistema de aprendizaje colaborativo. Para ello bastaría con que el sistema ofreciera los distintos clientes de servicio que permiten a los usuarios utilizar las herramientas. En el caso concreto de los sistemas maleables, los educadores deberían poder añadir al sistema nuevos clientes de servicio para así permitir el uso de nuevas herramientas en la realización de una situación de aprendizaje dada. Esta aproximación a la maleabilidad se corresponde con el modelo de integración blanda definido en [23].

En la literatura es posible encontrar diversas propuestas [24,25] de sistemas de e-aprendizaje que utilizan un grid basado en servicios para poder acceder a capacidades de supercomputación o

recursos hardware específicos. Sin embargo, ninguno de ellos es un sistema maleable. Tampoco ofrecen la posibilidad de guiado de los estudiantes a través de la interpretación de un guión.

3 El sistema Gridcole

Gridcole es un sistema maleable que puede ser empleado para apoyar situaciones de aprendizaje colaborativo guiado definidas con IMS-LD utilizando herramientas basadas en servicios grid. Esta sección describe su arquitectura y funcionamiento.

3.1 Usuarios definidos

En el sistema Gridcole es posible distinguir hasta un total de cuatro tipos de usuarios diferentes. Éstos se describen a continuación.

Los **aprendices** son aquellas personas que participan en la realización de situaciones de aprendizaje colaborativo apoyadas por el sistema para alcanzar determinados objetivos educativos.

Los **educadores** son los encargados de proporcionar al sistema las situaciones de aprendizaje que van a ser realizadas por los aprendices de acuerdo con los objetivos pedagógicos perseguidos. Los educadores también pueden participar en la realización de las situaciones de aprendizaje colaborativo.

Los **administradores** son las personas responsables de la gestión de diferentes aspectos del sistema tales como las operaciones de alta, baja y modificación de los distintos tipos de usuarios.

Los **proveedores** son aquellas organizaciones que ofrecen cualquier tipo de herramientas susceptibles de ser integradas en el sistema para el apoyo de actividades realizadas en el contexto de una situación de aprendizaje colaborativo. En Gridcole dichas herramientas pueden ser tanto aplicaciones autónomas (*stand-alone*) como herramientas basadas en servicios grid que, en caso de necesitarlo, hacen uso de los recursos de supercomputación y los recursos de hardware específico compartidos por otras organizaciones.

3.2 Funcionalidad básica

Gridcole es un sistema que permite a los educadores integrar las herramientas adecuadas para la realización de una situación de aprendizaje colaborativo dada. Para ello el educador debe proporcionar al sistema una unidad de aprendizaje que contengan la descripción formal basada en IMS-LD correspondiente. El sistema admite dos tipos de unidades: completas e incompletas.

Las unidades completas son aquellas en las que se incluye toda la información necesaria para que el sistema pueda saber qué herramientas en concreto van a ser utilizadas para el apoyo de las actividades

definidas en la situación de aprendizaje colaborativo de acuerdo con la especificación IMS-CP. En las unidades incompletas no se incluye esta información, sino simplemente una descripción genérica de cada una de las herramientas de acuerdo con la especificación IMS-LRM. En caso de que la unidad proporcionada al sistema sea de tipo incompleto, Gridcole se encarga de buscar entre las herramientas ofrecidas por los proveedores para seleccionar las que mejor se ajustan a dichas descripciones. De esta manera, el educador puede escoger aquellas que considere más adecuadas para el apoyo de la situación incluida en la unidad.

Gridcole permite que aprendices y educadores participen en la realización de situaciones de aprendizaje colaborativo. Durante esta realización, el sistema guía a los participantes indicándole a cada uno de ellos cuál es la actividad que le corresponde hacer de acuerdo con su rol y la secuencia definida en la situación de aprendizaje. Además, el sistema les ofrece la posibilidad de utilizar las herramientas y documentos que han sido especificados para el apoyo de la actividad indicada.

3.3 Arquitectura

La arquitectura del sistema Gridcole, tal y como se puede apreciar en el esquema que se muestra en la Fig. 1, consta de tres componentes principales que operan en el contexto de un grid computacional basado en servicios. Éstos son un portal web, un cliente y un motor de flujo de aprendizaje. Dichos componentes se describen a continuación.

El **portal web** proporciona a los usuarios un punto de acceso único al sistema. El portal es responsable de autenticar a los usuarios y de proporcionarles la asistencia adecuada en función de las distintas operaciones que puede realizar cada tipo de usuario en el sistema. Para ello el portal cuenta con una serie de elementos que es necesario mencionar.

Uno de estos elementos es una *base de datos* en la que el sistema mantiene información administrativa como el nombre, la clave y el perfil correspondiente a cada usuario. En la base de datos también se almacena información acerca de las unidades de aprendizaje que se encuentran en proceso de ejecución en cada momento así como de los usuarios que están autorizados para participar en las mismas. En el *repositorio de unidades*, en cambio, se almacenan todas las unidades de aprendizaje completas e incompletas que están disponibles para su uso en el sistema.

Otro elemento importante es *el buscador de herramientas*, el cual se encarga de encontrar las herramientas disponibles en el contexto del sistema que más se ajusten a las descripciones incluidas en una unidad de aprendizaje incompleta. Para ello, el buscador consulta los *registros de herramientas* en los que los distintos proveedores publican toda la

información necesaria para uso y enlazado de dichas herramientas en el contexto de un sistema de aprendizaje junto con una descripción de las mismas basada en la especificación IMS-LRM. Finalmente, el *gestor de seguridad* es el elemento encargado de proporcionar a los usuarios del sistema los certificados temporales adecuados con los que es posible acceder a aquellas herramientas que son compartidas en el grid de manera segura.

El **motor de flujo de aprendizaje** es el componente del sistema que interpreta el guión colaborativo basado en IMS-LD correspondiente a cada unidad de aprendizaje que se encuentre en ejecución. De esta manera, el motor de flujo se encarga de determinar qué actividades debe realizar cada usuario que participa en la ejecución de la unidad, de qué herramientas y documentos puede disponer en cada actividad y cuándo ha de realizarla. También pone en contacto instancias concretas del cliente y el servicio de una herramienta dada.

El **cliente** proporciona una interfaz gráfica en la que, de acuerdo con la información obtenida del motor de flujo, se indica al usuario qué actividad le corresponde realizar y de qué documentos y herramientas dispone para ello. Si el usuario selecciona uno de los documentos, el cliente se encarga de descargarlo para así ponerlo a su disposición. En cambio, si el elemento seleccionado es una herramienta ofrecida por el proveedor como un servicio grid, lo que se descarga y lanza automáticamente es el software que implementa la lógica de presentación de dicho servicio (es decir, el cliente del propio servicio). De manera análoga, si lo que selecciona el usuario es una herramienta ofrecida por el proveedor como una aplicación autónoma, ésta es descargada y lanzada de manera automática.

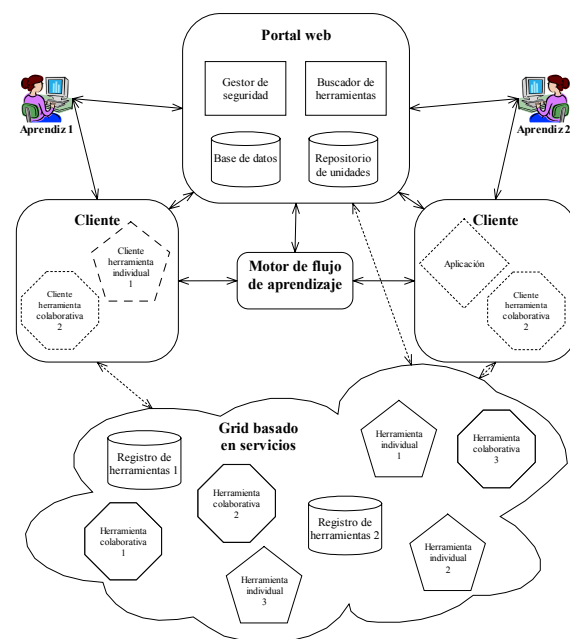


Figura 1: Arquitectura general del sistema maleable de aprendizaje colaborativo Gridcole.

3.4 Funcionamiento

Gridcole permite almacenar unidades de aprendizaje completas e incompletas, pero sólo puede ejecutar las primeras. Para facilitar la generación de una unidad completa a partir de una incompleta, el portal lee la descripción de las herramientas necesarias proporcionada mediante IMS-LRM, consulta los registros de herramientas ofrecidas por proveedores, y genera un listado de las que se adecuen a la descripción. Una vez seleccionada una de las herramientas por parte del educador, el portal le ofrece la posibilidad de configurar los parámetros de funcionamiento de la misma. Tras llevar a cabo esta misma operación con todas las herramientas descritas en el diseño de aprendizaje, el portal genera una nueva unidad completa en la que incluye toda la información de localización y configuración de las herramientas que han sido seleccionadas.

Cuando el educador decide ejecutar una unidad completa, el portal muestra la lista de usuarios del sistema así como los distintos roles definidos en la situación de aprendizaje. De este modo, el educador puede especificar qué usuarios van a participar en la realización de la situación y qué roles van a desempeñar cada uno de ellos. A continuación, el portal crea las instancias de los servicios grid no persistentes necesarios para el apoyo de la situación. Finalmente, el portal pasa la lista de usuarios, sus roles, y la localización de los servicios creados junto con la unidad de aprendizaje al motor de flujo para que éste se encargue de la ejecución de la misma.

Una vez comenzada la ejecución de la unidad, los usuarios seleccionados por el educador pueden participar en la misma. Así, el portal se encarga de crear un certificado temporal que permitirá a cada usuario emplear las herramientas basadas en servicios grid durante la ejecución de la unidad. A continuación, el portal pone al usuario en contacto con el cliente del sistema, el cual es configurado automáticamente para que pueda comunicarse con el motor de flujo.

Durante la ejecución de la unidad, el cliente se encarga de obtener del motor de flujo toda la información que debe mostrar al usuario en cada momento (ej: actividad que debe realizar, documentos y herramientas disponibles, etc.). Si el usuario decide utilizar una herramienta basada en servicios grid, el cliente se pone en contacto con el motor para averiguar todos los datos necesarios para su utilización: de dónde es posible descargar la lógica de presentación correspondiente, dónde se encuentra la instancia del servicio grid que se debe utilizar y cuáles son los parámetros de configuración. Esta información, junto con la localización del certificado temporal del usuario, es empleada por el cliente del sistema para lanzar en la máquina del usuario un cliente específico de la herramienta seleccionada configurado correctamente.

3.5 Prototipo

El sistema Gridcole se encuentra actualmente en proceso de desarrollo. Sin embargo, se ha desarrollado un prototipo con funciones limitadas para probar la viabilidad de las ideas presentadas en este artículo. Este prototipo se basa en el cliente y el motor de flujo proporcionados por el proyecto Coppercore [17]. Ambos han sido modificados convenientemente para permitir a los usuarios utilizar herramientas individuales y colaborativas basadas en servicios grid durante la realización de una situación de aprendizaje colaborativo. Para ello es imprescindible que los clientes de estas herramientas sean ofrecidas por los proveedores de acuerdo con el modelo de distribución de aplicaciones basado en Java Web Start que ya se utiliza en otros sistemas basados en servicios grid [26]. Este prototipo, sin embargo, aún no ofrece las funcionalidades correspondientes al portal del sistema.

4 Ejemplos de uso de Gridcole

Gridcole permite al educador poner en práctica situaciones de aprendizaje colaborativo apoyado por ordenador adecuadas a sus necesidades. Esta sección describe dos ejemplos, para Arquitectura de Ordenadores y Teletráfico y Gestión, ambas asignaturas troncales de la titulación Ingeniero de Telecomunicación de la Universidad de Valladolid.

4.1 Arquitectura de Ordenadores

Arquitectura de Ordenadores es una asignatura que tiene como objetivo lograr que los alumnos entiendan y apliquen los principios básicos de diseño y evaluación de sistemas informáticos. Por este motivo se ha diseñado una situación para esta asignatura en la que los alumnos interpretan el papel de consultores que deben colaborar para decidir cuál es la máquina más adecuada a las necesidades de un cliente ficticio (ej: un hospital, un centro meteorológico), de entre una serie de máquinas reales.

La situación diseñada consta de una primera fase individual en la que los alumnos estudian un documento de requisitos y deben proponer un modelo de carga para su cliente. También individualmente estudian la documentación de las distintas máquinas y *benchmarks* disponibles, y proponen un plan experimental de evaluación. Luego, utilizando una de las herramientas proporcionadas por Gridcole, ejecutan los *benchmarks* sobre dichas máquinas y recopilan los resultados, proponiendo una recomendación a título individual de la mejor máquina para el cliente. A continuación se reúnen en parejas y discuten los documentos de solución generados por cada miembro, repitiendo los mismos pasos de forma colaborativa, hasta proponer una solución común. Para ello pueden utilizar una herramienta de discusión síncrona como un *chat*. A continuación pueden juntarse dos parejas y alcanzar una solución común, y así sucesivamente hasta que

todo el grupo acuerda una solución definitiva. La secuencia de actividades de esta situación se corresponde con la estructura colaborativa denominada pirámide.

La realización de esta situación en un sistema maleable de aprendizaje de colaborativo implica que éste ofrezca dos características. Por un lado, la posibilidad de integrar una herramienta que hace uso de hardware específico. Éste es el caso de la herramienta de *benchmarking*, que debe permitir la posibilidad de ejecutar distintos *benchmarks* en un conjunto de máquinas con distintas arquitecturas que puedan ser consideradas de interés por los responsables de la asignatura. Por otro, la posibilidad de ejecutar guiones colaborativos. La situación considerada implica la realización de una secuencia de actividades muy precisa definida por la estructura colaborativa de pirámide. Para que los alumnos se puedan aprovechar el beneficio que supone la puesta en práctica de este tipo de estructuras es necesario que el sistema de aprendizaje no sólo facilite su seguimiento, sino que además induzca a los estudiantes a hacerlo. Ambas características están presentes en Gridcole.

Esta afirmación se ve corroborada por el hecho de que el prototipo de Gridcole ha sido empleado para realizar esta situación con alumnos ficticios bajo condiciones de laboratorio. Para el apoyo de dicha realización se han empleado sendas herramientas de *benchmarking* y *chat* desarrolladas por los autores de este trabajo y ofrecidas como servicios grid. En la Fig. 2 es posible observar un extracto del diseño de esta situación mientras que en la Fig. 3 se muestra una captura de pantalla del prototipo de Gridcole durante la realización de la misma.

4.2 Teletráfico y Gestión

El principal objetivo de Teletráfico y Gestión es completar la visión general de las redes y servicios de telecomunicación adquirida en otras asignaturas del área de Ingeniería Telemática mediante la puesta en práctica de muchos de los conceptos que ya han sido tratados en las mismas. De acuerdo con esto, se ha diseñado para esta asignatura una situación en la que los alumnos colaboran en el estudio de varios mecanismos de TCP (ej: ventana deslizante, inicio lento, evitación de la congestión, etc.).

Para la realización de esta situación los alumnos deben organizarse en grupos de cuatro, siendo cada uno de ellos *experto* en un mecanismo diferente. Durante la primera fase de la situación, de carácter individual, cada alumno debe estudiar el comportamiento del mecanismo asignado en un conjunto de escenarios seleccionados por el profesor

```

<manifest ...>
<organizations>
  <imsld:learning-design identifier="LD-LAO" level="B" uri="">
    ...
    <imsld:learning-activity identifier="LA-realizar-benchmarks">
      <imsld:title>Realizacion de benchmarks</imsld:title>
      <imsld:environment-ref ref="E-realizar-benchmarks"/>
      ...
    </imsld:learning-activity>
    ...
  <imsld:environment identifier="E-realizar-benchmarks">
    <imsld:title>Entorno de benchmarking</imsld:title>
    <imsld:learning-object identifier="LO-benchmarking-tool">
      <imsld:title>Herramienta de benchmarking</imsld:title>
      <imsld:item identifier="I-tool-1" identifierref="RES-tool-1"/>
    </imsld:learning-object>
  </imsld:environment>
  ...
</imsld:learning-design>
</organizations>
<resources>
  <resource identifier="RES-tool-1" type="gridserviceclient"
href="http://egeo.tel.uva.es/clients/benchmarkingtoolclient.jnlp">
  <dependency identifierref="RES-factory-1"/>
  </resource>
  <resource identifier="RES-factory-1" type="gridservicefactory"
href="http://egeo.tel.uva.es:8080/ogsa/services/BenchServFact"/>
  ...
</resources>
</manifest>

```

Figura 2: Extracto del diseño en el que se define la actividad de benchmarking y se especifica la herramienta que se debe emplear.

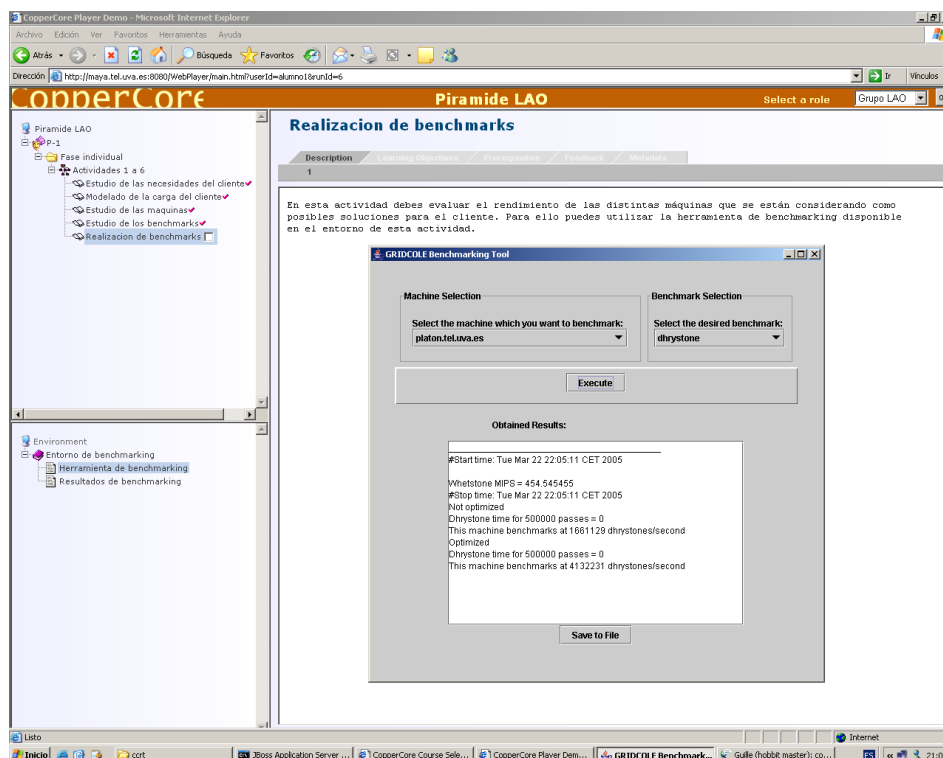


Figura 3: El cliente de Coppercore y la herramienta de *benchmarking* durante la realización de la actividad de *benchmarking*.

para un amplio rango de parámetros (ej: probabilidades de pérdida, capacidades de enlace) del mismo utilizando una herramienta de simulación adecuada. Después, cada experto discute con los expertos del mismo mecanismo de otros grupos sobre las conclusiones a las que ha llegado utilizando una herramienta de discusión síncrona. Finalmente, los miembros de cada grupo discuten sobre la influencia que unos mecanismos tienen sobre otros que pueden observar en distintos escenarios de simulación también seleccionados por el profesor. La secuencia de actividades de esta situación se corresponde con la estructura colaborativa denominada rompecabezas.

La realización de este escenario en un sistema maleable también implica que éste muestre dos características. Por una parte, la posibilidad de integrar una herramienta que hace uso de capacidades de supercomputación. Este es el caso de la herramienta de simulación que necesitaría utilizar numerosos recursos de computación para poder concluir el barrido de parámetros en un plazo de tiempo razonable. Por otra, la posibilidad de ejecutar guiones colaborativos. Una vez más esta característica es necesaria para que el sistema pueda guiar a los alumnos a través de la secuencia de actividades definida para esta situación.

Gridcole también podrá ser utilizado para apoyar la realización de esta situación una vez que esté disponible la herramienta de simulaciones GIPSE [27]. Ésta es una herramienta basada en servicios grid que permite la realización de simulaciones con barrido de parámetros para el simulador de redes *ns-2* [28]. Mientras tanto, el prototipo ha sido empleado para comprobar que el sistema puede guiar a los alumnos a través de la secuencia de actividades definida para esta situación ofreciéndoles todos los documentos y herramientas necesarias para su realización excepto la herramienta de simulación.

5 Conclusiones y trabajo futuro

Gridcole es un sistema que permite a los educadores definir qué herramientas son necesarias para apoyar una situación de aprendizaje dada. A partir de esta información, Gridcole es capaz de enlazar dichas herramientas de acuerdo con el modelo de maleabilidad por integración blanda. Estas herramientas se ponen a disposición de los usuarios del sistema cuando son necesitadas.

A diferencia de otros sistemas maleables, Gridcole permite integrar herramientas ofrecidas por proveedores en el contexto de un grid computacional. Esto hace posible que los usuarios de Gridcole puedan emplear herramientas que necesiten hacer uso de capacidades de supercomputación o de recursos de hardware específico. Sin embargo, es importante aclarar que Gridcole no sólo permite utilizar este tipo de herramientas, sino que también es posible ofrecer como servicios grid herramientas que no hacen uso de capacidades de supercomputación o de recursos de

hardware específico. Adicionalmente, estas herramientas “normales” también pueden ser integradas en Gridcole como aplicaciones autónomas.

Además, Gridcole es un sistema capaz de ejecutar guiones colaborativos formalizados empleando la especificación IMS-LD. En dicha ejecución el sistema se encarga de guiar a los alumnos indicándoles la secuencia de actividades que deben realizar y poniendo a su disposición los documentos y las herramientas que han sido definidos para su apoyo. En este sentido, es importante mencionar que el uso de la característica de guiado no es obligatorio. Si un educador desea utilizar Gridcole para prestar apoyo a una situación de aprendizaje en la que los alumnos deban colaborar libremente, basta con que cree un diseño de aprendizaje basado en IMS-LD en el que se defina una única actividad de aprendizaje junto con todas las herramientas y documentos necesarios para su apoyo.

En lo que al trabajo futuro se refiere, está previsto que durante la primavera de 2005 se evalúe desde un punto de vista educativo el apoyo que Gridcole puede prestar para la realización de la situación de Arquitectura de Ordenadores en un contexto real. También está previsto que continúe el trabajo de desarrollo de Gridcole para disponer de un sistema con funcionalidad completa. Mientras tanto, ya se está investigando cómo mejorar algunos elementos de su arquitectura, como el buscador de herramientas. En este caso concreto se está investigando el uso de ontologías con el objetivo de mejorar la descripción y búsqueda de herramientas en el grid.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto del Ministerio de Ciencia y Tecnología español TIC-2002-04258-C03-02, la red de excelencia europea IST-FP6-507838 y el proyecto de la Comisión Europea EAC/61/03/GR009. Los autores también agradecen la colaboración en este trabajo al resto de miembros del grupo GSIC/EMIC.

Referencias

- [1] P. Dillenbourg. *Collaborative Learning: cognitive and computational approaches*, Oxford, UK: Elsevier Science (1999).
- [2] R. T. Johnson, D. W. Johnson. "An overview of cooperative learning". In: *Creativity and collaborative learning: a practical guide to empowering students and teachers*, eds. J. S. Thousand, A. Villa, A. Nevin. Baltimore, MD, USA: Brookes Press, pp. 31-44 (1994).
- [3] C. A. Osuna Gómez, Delfos: un marco telemático educativo basado en niveles orientado a situaciones de aprendizaje cooperativo 2000. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, España.

- [4] T. Koschmann. *CSCL: theory and practice of an emerging paradigm*, Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum (1996).
- [5] G. Bourguin, A. Derycke. "Integrating the CSCL activities into virtual campuses: foundations of a new infrastructure for distributed collective activities". Proc. of the European Conf. on CSCL (Euro-CSCL 2001). Maastricht, The Netherlands, 2001.
- [6] M. L. Betbeder, P. Tchounikine. "Symba, a tailorable framework to support collective activities in a learning context". Proc. of the 9th Int. Workshop on Groupware (CRIWG 2003). Grenoble, France, 2003.
- [7] J. M. Haake, T. Schümmer, A. Haake, M. Bourimi, B. Landgraf. "Two-level tailoring support for CSCL". Proc. of the 9th Int. Workshop on Groupware (CRIWG 2003). Grenoble, France, 2003.
- [8] N. Jensen, S. Seipel, W. Nejd, S. Olbrich. "COVASE: Collaborative visualization for constructivist learning". Proc. of the Conf. on CSCL (CSCL 2003). Bergen, Norway, 2003.
- [9] J. M. Martins Ferreira, G. R. C. Alves, R. Costa, N. Hine. "Collaborative learning in a web-accessible workbench". Proc. of the 8th Int. Workshop on Groupware (CRIWG 2002). La Serena, Chile, 2002.
- [10] P. Dillenbourg. "Over-scripting CSCL: the risks of blending collaborative learning with instructional design". In: *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL*, ed. P. A. Kirschner. Heerlen, Open Universiteit Nederland, pp. 61-91 (2002).
- [11] A. Berger, R. Moretti, P. Chastonay, P. Dillenbourg, A. Bchir, R. Baddoura, C. Bengondo, D. Scherly, P. Ndumbe, P. Farah, B. Kayser. "Teaching community health by exploiting Int. socio-cultural and economical differences". Proc. of the European Conf. on CSCL (Euro-CSCL 2001). Maastricht, The Netherlands, 2001.
- [12] IMS Learning Design Information Model specification v1.0: <http://www.imsproject.org/>.
- [13] Reload Project: <http://www.reload.ac.uk>.
- [14] IMS Learning Resource Metadata specification v1.2: <http://www.imsglobal.org/>.
- [15] IMS Content Packaging Information Model specification v1.1.3: <http://www.imsglobal.org/>.
- [16] D. Hernández-Leo, J. I. Asensio-Pérez, Y. Dimitriadis. "IMS Learning Design Support for the Formalization of Collaborative Learning Patterns". Proc. of the 4th Int. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT 2004). Joensuu, Finland, 2004.
- [17] CopperCore Project: <http://coppercore.org/>.
- [18] I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke. "The Open Grid Services Architecture". In: *The Grid 2: blueprint for a future computing infrastructure*, eds. I. Foster, C. Kesselman. San Francisco, CA, USA: MK Publishers (2004).
- [19] G. Fox. "Education and the enterprise with the grid". In: *Grid computing: making the global infrastructure a reality*, eds. F. Berman, G. Fox, A. Hey. Chichester, UK: John Wiley & Sons, pp. 963-976 (2003).
- [20] L. Smarr. "Grids in context". In: *The Grid 2: blueprint for a future computing infrastructure*, eds. I. Foster, C. Kesselman. San Francisco, CA, USA: MK Publishers (2004).
- [21] Open Grid Services Infrastructure specification v1.0: <http://www.ggf.org>.
- [22] Web Services for Remote Portlets specification: <http://www.oasis-open.org>.
- [23] A. Morch. "Three levels of end-user tailoring: customization, integration and extension". Proc. of the 3rd Decennial Aarhus Conf.. Aarhus, Denmark, 1995.
- [24] A. Bagnasco, A. M. Scappola. "A grid of remote laboratory for teaching electronics". Proc. of the 2nd Int. workshop on e-Learning and Grid technologies. Paris, France, 2003.
- [25] S. Wesner, K. Wulf, M. Müller. "How grid could improve e-learning in the environmental science domain". Proc. of the 1st Int. workshop on e-Learning and Grid technologies. Lausanne, Switzerland, 2002.
- [26] S. Peltier, M. E. Martone, S. Lamont, A. Lin, D. Lee, T. Molina, L. Dai, M. Wong, S. Mock, M. H. Ellisman. "The Telescience portal for advanced tomography applications". Journal of parallel and distributed computing, pp. 539-550, vol. 63 (5) (2003).
- [27] J. M. Wozniak, A. Striegel, D. Salyers, J. A. Izaguirre. "GIPSE: streamlining the management of simulation on the grid". Proc. of the 38th Annual Simulation Symposium (ANSS'05). San Diego, CA, USA, 2005.
- [28] The Network Simulator - ns-2: <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.