

ESPECIFICACIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA REALIZACIÓN DE TUTORÍAS VIRTUALES COMO HERRAMIENTA DE AYUDA EN LA CONSOLIDACIÓN DE LOS CRITERIOS DE BOLONIA

Francisco Calvillo Muñoz¹, Irene Luque Ruiz², Gonzalo Cerruela García³,
Carlos Martínez Pedrajas⁴, Miguel Ángel Gómez-Nieto⁵

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR, UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Departamento de Informática y Análisis Numérico

¹ Alumno Colaborador

² Titular Universidad

³ Profesor Contratado (Doctor)

⁴ Profesor EE.MM.

⁵ Catedrático E.U.

"Una de las características más importantes que presenta el Sistema de Tutoría Virtual es la creación de una agenda que permite la gestión y registro de todas las tutorías desde que se produce la petición por parte de un alumno de dicha tutoría hasta que una vez registrada la tutoría en la agenda se decide por parte de alguno de los actores intervinientes eliminarla".



ESPECIFICACIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA REALIZACIÓN DE TUTORÍAS VIRTUALES COMO HERRAMIENTA DE AYUDA EN LA CONSOLIDACIÓN DE LOS CRITERIOS DE BOLOGNA

1. INTRODUCCIÓN

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO Y ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA

3.1. Especificación Funcional del Sistema

3.2. Especificación Estructural del Sistema

3.3. Diseño del Sistema

4. INTERFAZ DE USUARIO DEL SISTEMA

4.1. Descripción de Interfaz de Usuario

5. DISCUSIÓN

6. BIBLIOGRAFÍA

1 INTRODUCCION

2 METODOLOGIA DE TRABAJO Y ESPECIFICACION TECNICA DEL SISTEMA

2.1 Especificacion funcional del sistema

2.2 Especificacion estructural del sistema

2.3 Diagrama de datos

4 ENTORNO DE ENTORNO DEL SISTEMA

4.1 Diagrama de flujo de datos

5 DISCUSION

6 BIBLIOGRAFIA

ESPECIFICACIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA REALIZACIÓN DE TUTORÍAS VIRTUALES COMO HERRAMIENTA DE AYUDA EN LA CONSOLIDACIÓN DE LOS CRITERIOS DE BOLONIA

Francisco Calvillo Muñoz (f92camuf@uco.es)

Irene Luque Ruiz (mallurui@uco.es)

Gonzalo Cerruela García (gcerruela@uco.es)

Carlos Martínez Pedrajas (iscbd1@uco.es)

Miguel Ángel Gómez-Nieto (mangel@uco.es)

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es servir de ayuda en el proceso de aprendizaje de la comunidad estudiantil de acuerdo con la nueva filosofía de enseñanza que se está estableciendo en las Universidades Españolas para el ajuste de las curriculas de las diferentes titulaciones al programa de educación basado en créditos y centrado en la carga de trabajo del estudiante necesaria para la consecución de los objetivos de un programa de créditos ECTS (*European Credits Transfer System*). El sistema descrito en este trabajo tiene como propósito la ayuda en la comunicación a distancia profesor-alumno mediante la simulación de las tutorías presenciales que se desarrollan a lo largo del curso académico. Este sistema deberá poner en contacto desde ubicaciones distantes a un profesor y a uno o varios alumnos matriculados en las asignaturas impartidas por dicho profesor, en tiempo real y permitir la interacción entre ellos, con el fin de simular el proceso de diálogo de una tutoría presencial. Además, el sistema incorpora un gestor de tutorías, una agenda que se encarga de la petición, recordatorio y gestión de las mismas, y un gestor de informes que lleva a cabo el registro, seguimiento e impresión de informes aportando al profesor (y alumnos) un material docente de alta calidad.

ABSTRACT

The main objective of this work is to serve as help in the learning process of the student community in agreement with the new teaching philosophy established in the Spanish Universities for the adjustment of the different University studies to the programs based on credits and they centred in the necessary student effort for the attainment of the objectives of a program based on ECTS credits (*European Credits Transfer System*). The system described in this paper has as purpose the help in the student-teacher remote communication by means of the simulation of the real dialogue developed along the academic course. This system communicates in real time, from distant locations, a professor to one or several students registered in the subjects teaching by this professor. In this way, the system allows the student-teacher interaction with the purpose of simulating the real dialogue. Also, the system incorporates a tutorial manager, a calendar for the requesting, notification and to management of the tutorial, and a report tool for the tutorial register, dialogue pursuit and reports printing giving to the professor (and students) a high quality educational support.

PALABRAS-CLAVE

Herramientas de comunicación síncrona, Software educativo, Tutoría Virtual, Cliente-Servidor, Java, UML, XML, RMI.

KEYWORDS

Synchronous communication tool, educational software, virtual tutorial, client-server, Java, UML, XML, RMI



1. INTRODUCCIÓN

La aparición de las tecnologías de la información y las comunicaciones está suponiendo un impacto de grandes dimensiones para el sector de la educación, el cual está experimentando una gran transformación con el objeto de adaptar a sus modelos educativos sistemas informáticos que sean óptimos para el proceso de aprendizaje del alumnado, (Evans, Nation, 2000).

Internet se presenta como una nueva herramienta que aporta grandes ventajas para el formador, ya que facilita el desarrollo de entornos académicos orientados hacia un aprendizaje basado en la colaboración, la comunicación y la investigación a través del acceso a una gran red de recursos de información, dichos entornos suponen un complemento ideal para la filosofía que se está implantando, (Cloete, 2001, 151-170), (Luque, Cerruela y Gomez-Nieto, 2003, 1378-1389) y se seguirá implantando durante los próximos años orientada al ajuste de los planes de estudio de las diferentes titulaciones al programa de educación de créditos europeos centrado en la carga de trabajo del estudiante para la consecución de los objetivos de un programa (ECTS).

Basándonos en lo anteriormente expuesto se debe considerar que es vital para la buena comunicación entre el profesor y el alumno contar con herramientas de teleformación (Corkill, 1991, 40-47), (E-Learning (en línea) <http://e-learning.bankhacker.com>), que sean lo suficientemente flexibles como para facilitar la creación de entornos académicos de tipo virtual que cubran las necesidades, expectativas y objetivos del profesor y del estudiante.

El presente trabajo está centrado en el desarrollo de una herramienta de ayuda a la comunicación profesor-alumno y en concreto en una actividad de suma importancia como es la simulación de las tutorías presenciales que se desarrollan a lo largo de un curso académico. Las herramientas de comunicación síncrona más conocidas son: Chat, Talk, IRC (Internet Relay Chat). Todas estas herramientas permiten la transmisión, en tiempo real, de información textual de uno a uno, de uno a muchos o de muchos a muchos. Debido a la capacidad de comunicación en ambos sentidos, se sabe que son adecuadas para la interacción que puede darse entre los estudiantes, y entre ellos y el profesor. Además, al representar una tecnología textual, es posible obtener una transcripción de la discusión completa, con lo que este tipo de tecnología sincrónica, que normalmente es efímera, puede convertirse en permanente.

Internet se presenta como una nueva herramienta que aporta grandes ventajas para el formador, ya que facilita el desarrollo de entornos académicos orientados hacia un aprendizaje basado en la colaboración, la comunicación.

Todas estas herramientas permiten la transmisión, en tiempo real, de información textual de uno a uno, de uno a muchos o de muchos a muchos.

La plataforma *Blackboard* (Blackboard Learning System, (en línea); <http://blackboard.com>) es un caso actual de sistema de comunicación sincrónica. Se trata de una plataforma de software para el aprendizaje electrónico. Dentro de las principales características que se pueden comentar acerca de *Blackboard* están el que es una aplicación que opera con conexión permanente a un servidor, permitiendo mantener contacto instantáneo a través del *Chat* o pizarrón electrónico lo cual hace posible interactuar y compartir información de manera simultánea.

... dentro de las múltiples herramientas con las que cuenta *Blackboard* existe una que consiste en un buzón electrónico en el cual se permite el intercambio de archivos.

Es importante resaltar que dentro de las múltiples herramientas con las que cuenta *Blackboard* existe una que consiste en un buzón electrónico en el cual se permite el intercambio de archivos, como un almacén, en donde el profesor puede enviar a cada alumno, o a un grupo de ellos, archivos de tareas y en el momento que el alumno se conecta a la plataforma, puede descargarlos, realizar su tarea y enviársela al profesor de manera inmediata, de esa forma es posible dar seguimiento vía electrónica al desempeño del alumno.

El presente trabajo tiene como propósito el especificar el proceso de desarrollo de un sistema abierto que considere la integración de los mecanismos habituales de comunicación profesor-alumno para el desarrollo de las actividades docentes y en concreto el de las tutorías no presenciales, eliminando en la mayor medida posible los aspectos más desfavorables de este tipo de comunicación. Para ello el trabajo se ha organizado en una descripción de los objetivos a cubrir, para después realizar una descripción de la metodología de trabajo y especificación técnica del sistema desde el punto de vista funcional, de dominio de información y arquitectónico, también se describirá la interfaz desarrollada mostrando sus aspectos más relevantes y por último se expondrán las conclusiones sobre la herramienta desarrollada.

En la fecha prevista de la tutoría virtual, el alumno mediante un navegador (Internet Explorer o Netscape Navigator), introduce la dirección de la página inicio de tutorías virtuales alojada en el servidor Web.

El ámbito y dinámica de actuación y por tanto la especificación general del dominio de información que intenta abarcar el sistema es el siguiente:

Un alumno solicita a un profesor una tutoría virtual mediante un correo electrónico o por teléfono, el profesor responde al alumno con una fecha, que permita al alumno acceder a la tutoría virtual a través de su identificación personal. El profesor almacena la fecha e identificación de los alumnos en una agenda.

En la fecha prevista de la tutoría virtual, el alumno mediante un navegador (Internet Explorer o Netscape Navigator), introduce la dirección de la página inicio de tutorías virtuales alojada en el servidor Web, introduce su identificación personal



y se consulta la agenda para validarlo. Si el alumno no se valida, será expulsado pero si es válido será aceptado y su navegador se actualiza con la interfaz de diálogo del sistema y permanecerá a la espera mientras se comunica al profesor sobre el comienzo de la tutoría virtual. El profesor acepta la tutoría virtual o podrá acudir antes de la llegada del alumno, una vez que ha acudido su navegador se actualiza con la interfaz de diálogo, cuando ambos alumno y profesor han acudido comienza la tutoría virtual que permite establecer una comunicación sincrónica que permita la interacción entre ambos.

La interacción profesor-alumno se realiza en la interfaz de diálogo que esta compuesta de un blackboard de transmisión que utiliza mensajes de texto, imágenes o dibujos para emisión en la comunicación profesor-alumno, un espacio "file sharing upload" para enviar ficheros que se arrastran y sueltan en dicho espacio desde una ubicación, un blackboard de recepción que recibe mensajes de texto para la recepción en la comunicación profesor-alumno, un espacio "file sharing download" para descargar los ficheros recibidos. Una vez aclarada la duda del alumno se concluye la tutoría virtual, se cierran los navegadores, y se corta la comunicación, dando por finalizada la tutoría.

Por tanto el sistema a desarrollar deberá considerar los siguientes aspectos u objetivos concretos:

- Creación de una agenda virtual mediante la cual se establezca tanto el calendario como el horario de realización de dichas tutorías virtuales, que permitirá simular la reunión entre un alumno y un profesor para la realización de una tutoría virtual en una fecha determinada.
- Administración de la agenda para poder realizar las operaciones de altas, bajas, modificaciones, etc., respecto de las tutorías virtuales almacenadas en la misma.
- Creación de una plataforma blackboard como marco de intercambio de información entre el profesor y el alumno.
- Desarrollo de una interfaz de diálogo que controlan los usuarios, compuesta de un "BlackboardEditor" que agrega elementos de información (mensajes de texto, imágenes, dibujos, etc.) introducidos por el usuario en el blackboard, un "file sharing upload" para aportar elementos de información, (ficheros que se arrastran y sueltan en esta región desde una ubicación en el PC del usuario), un "Visor Blackboard" recibe los elementos de información (mensajes de texto) aportados por el otro usuario

Creación de una agenda virtual mediante la cual se establezca tanto el calendario como el horario de realización de dichas tutorías virtuales.

al blackboard y una "file sharing download" para descargar los elementos de información (ficheros) aportados por el otro usuario desde el *blackboard*.

Una vez descritos los objetivos particulares del presente proyecto, se debe tener en consideración que la eficiencia y eficacia del mismo se potenciará si consideramos su inclusión dentro de una estructuración de la información propuesta por nuestro grupo de trabajo en un proyecto concedido en la 4ª Convocatoria de Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente en el se consideraba entre otras acciones a realizar la creación de un portal Web dentro del marco de la UCO con un contenido estrictamente Docente-Formativo.

La metodología que se usará en el desarrollo del sistema estará basada en el paradigma incremental que combina elementos del modelo secuencial lineal con la filosofía iterativa de construcción de prototipos, produciéndose en cada paso lineal un incremento en el software obtenido.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO Y ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA

La metodología que se usará en el desarrollo del sistema estará basada en el paradigma incremental que combina elementos del modelo secuencial lineal con la filosofía iterativa de construcción de prototipos, produciéndose en cada paso lineal un incremento en el software obtenido. La elección de este modelo de desarrollo nos permite obtener en cada paso un producto operativo que a medida que evoluciona en el desarrollo de los incrementos se va haciendo más completo respecto a la funcionalidad disponible en el producto resultante.

Las técnicas utilizadas para el modelado y desarrollo del sistema serán las orientadas a objeto mediante el uso del lenguaje UML (Unified Modeling Language) (Rumbaugh et alii, 1999) para la especificación del sistema a desarrollar.

Las técnicas utilizadas para el modelado y desarrollo del sistema serán las orientadas a objeto mediante el uso del lenguaje UML (Unified Modeling Language) (Rumbaugh et alii, 1999) para la especificación del sistema a desarrollar.

El sistema software desarrollado íntegramente en Java (Horstmann, Cornell, 2003) y XML(eXtensible Markup Language) (Brun, 2001) pretende simular la interacción profesor-alumno permitiendo automatizar la planificación de dichas interacciones.

La creación de un sistema para la realización de tutorías virtuales genera la necesidad de gestionar la información necesaria para automatizar la planificación de las mismas. El sistema incorpora una agenda que almacena la información correspondiente a la gestión, planificación y mantenimiento de



las tutorías. La información correspondiente a la agenda debe permitir facilidades de portabilidad, búsqueda y declaraciones precisas de su contenido. Un fichero XML, proporciona dichas características, sin tener que entrar en la complejidad que supone el uso de un sistema gestor de bases de datos. Debido al carácter personal del proceso de interacción, el sistema incorpora mecanismos de seguridad, de forma que sólo puedan acceder a la información relativa a la agenda aquellos usuarios titulares de la misma.

3.1. Especificación Funcional del Sistema

Para la representación de la funcionalidad del sistema se utilizarán los diagramas de casos de uso así como la especificación de ellos mediante la técnica de marcos o plantillas que nos proporciona el lenguaje UML, (Stevens, Pooley, 2002). Estas técnicas permiten mostrar la interacción entre los usuarios (de cualquier tipo) del sistema y la funcionalidad que cada uno de ellos tienen en él. Así mismo se utilizarán los denominados diagramas de secuencia para mostrar la interacción entre los distintos objetos participantes en el sistema según un punto de vista temporal.

El modelado global del sistema se especifica en el diagrama contextual en el que se considerarán todos los actores intervinientes y la funcionalidad a un nivel global. Cada uno de los casos de uso incluidos en el diagrama de contexto se ha analizado obteniéndose la funcionalidad a un nivel de abstracción inferior y que se muestra en la Tabla I.

Otra parte relevante del modelado del sistema se muestra en la Tabla II para el caso de uso InteractuarBlackboard y en la que se representan todas las acciones a nivel global que pueden realizar todos los actores que intervienen en la tutoría virtual como son los Profesores y los Alumnos. Sin embargo en la funcionalidad general del sistema se ha de considerar un tercer actor que será el Administrador del mismo y del que también se especificará mediante estas técnicas la interacción y funcionalidad que tiene asignada en el sistema.

Como se observa en la Tabla II los principales actores del sistema (Profesor y Alumno) pueden intercambiar diversos tipos de información que tendrá como fin la resolución de la duda que ha dado lugar a la petición de la tutoría. La dinámica normal de realización de esta tutoría comienza al igual que las tutorías presenciales y para ello se abre una zona común para

Debido al carácter personal del proceso de interacción, el sistema incorpora mecanismos de seguridad, de forma que sólo puedan acceder a la información relativa a la agenda aquellos usuarios titulares de la misma.

... los principales actores del sistema (Profesor y Alumno) pueden intercambiar diversos tipos de información que tendrá como fin la resolución de la duda que ha dado lugar a la petición de la tutoría.

la comunicación, constituida por un Chat e información relevante sobre la tutoría, esta zona permite el establecer un diálogo entre los implicados en la tutoría. En un punto determinado del desarrollo de la tutoría podría ser necesaria la utilización de otras habilidades que proporciona el sistema como, la subida y descarga de ficheros que contengan información relevante para la resolución del problema o bien utilizar la posibilidad de dibujar en una pizarra blanca (Whiteboard).

Una de las características más importantes que presenta el Sistema de Tutoría Virtual es la creación de una agenda que permite la gestión y registro de todas las tutorías desde que se produce la petición por parte de un alumno de dicha tutoría hasta que una vez registrada la tutoría en la agenda se decide por parte de alguno de los actores intervinientes eliminarla. La Figura I nos muestra el caso de uso correspondiente a la actividad Gestionar Agenda y las interacciones permitidas a los actores participantes.

Como se observa en el diagrama de la Figura I las acciones que se pueden realizar son:

- El alumno podrá enviar una petición de tutoría virtual a un profesor, en dicha petición deberá especificar la fecha de realización, asignatura, alumnos que intervienen y problema a resolver.
- Dicha petición se guarda en la agenda del profesor y los alumnos implicados, hasta que sea aceptada o rechaza por el profesor, mostrando los cambios en tiempo real si están conectados o cuando se conecten y consulten su agenda.
- El profesor consulta las peticiones de los alumnos y las acepta o rechaza según sus criterios.
- Si son aceptadas pasan al estado aceptada siendo una tutoría virtual pendiente de realizar y el sistema se encargará de avisarnos para acudir a su realización.
- Si son rechazadas pasan al estado rechazadas, se actualiza su estado en las agendas de los implicados, en tiempo real si están conectados o cuando se conecten y consulten su agenda.
- La petición rechazada aparece marcada con estado rechazado y las aceptadas aparecen como pendientes de realizar, cuando llega el momento de su realización estas pasan al estado realizado.



- Tanto las peticiones rechazadas como las tutorías virtuales realizadas siguen almacenadas en la agenda hasta que el usuario decida eliminarlas de la agenda.

Para realizar un análisis completo de la funcionalidad del sistema es necesario especificar y modelar las actividades asignadas al actor denominado Administrador del sistema que deberá velar por el buen aprovechamiento de los recursos de la máquina servidor, además de gestionar la información de los usuarios, altas, modificaciones y bajas, así mismo podrá desconectar usuarios del sistema, eliminar tutorías virtuales activas y llevar un control de las actividades del servidor. El modelado de todas estas actividades se ha realizado mediante los casos de uso denominados: Administrar ServidorBlackboard, Monitorizar Servidor y Gestión de Usuarios, En la Figura II se muestran los diagramas de secuencia correspondientes a Administrar ServidorBlackboard y Monitorizar Servidor.

Las actividades disponibles en la gestión de usuarios por parte del administrador del sistema debe permitir dar de alta a un usuario en el servidor para poder hacer uso del mismo, para ello se le proporcionará los datos personales de los usuarios, credenciales de identificación y tipo de usuario profesor o alumno, una vez que se da de alta a un usuario se crea su agenda que queda almacenada en el servidor, posteriormente se podrán modificar los datos del usuario salvo su identificador o eliminar el usuario del sistema. También se podrá refrescar los usuarios del sistema en caso de añadir nuevas agendas a nivel de ficheros. En la Figura III se puede observar el diagrama de secuencia correspondiente a la actividad denominada Modificar Usuario, este tipo de diagrama nos permite modelar los objetos participantes, los mensajes que se envían y el orden de envío de estos mensajes.

3.2. Especificación Estructural del Sistema

Toda la funcionalidad descrita en el apartado anterior debe ser llevada a cabo por medio del correspondiente modelo estático del sistema en el que describiremos las estructuras en este caso clases de objetos y las relaciones o asociaciones que existen entre ellos. La dinámica seguida para obtener las clases en el Sistema de Tutoría Virtual ha sido el realizar un «análisis sintáctico gramatical» de la narrativa del sistema objeto de desarrollo mediante el cual se ha obtenido una tabla de clases candidatas del sistema, partiendo de esta

... es necesario especificar y modelar las actividades asignadas al actor denominado Administrador del sistema que deberá velar por el buen aprovechamiento de los recursos de la máquina servidor, además de gestionar la información de los usuarios.

También se podrá refrescar los usuarios del sistema en caso de añadir nuevas agendas a nivel de ficheros.

tabla se ha realizado una clasificación por categorías aplicando los criterios establecidos por Coad y Yourdon (Coad, Yourdon, 1991) y se obtendrán las clases potenciales a analizar para el desarrollo del modelo estático del sistema.

Para cubrir el objetivo marcado en esta fase del desarrollo del sistema el paso siguiente es el establecer las relaciones o asociaciones que se producen entre las clases consolidadas para que el sistema de mensajería lleve a cabo la funcionalidad establecida, para ello se ha realizado también un análisis de la especificación del sistema atendiendo a dos criterios que han sido en primer lugar considerando las estructuras verbales que se muestran en dicha especificación y en segundo lugar las propias del dominio y estructura del problema considerado.

El diagrama de clases resultante de las actividades anteriormente descritas se puede ver en la Figura IV que se refina posteriormente para completarse con todas aquellas clases y asociaciones necesarias como soporte para el buen funcionamiento del sistema. La Figura IV nos muestra además información de las distintas cardinalidades de las relaciones y la semántica de las mismas incluyendo la herencia y agregación que se ha determinado en el sistema.

Como clases principales del dominio de información del sistema podemos resaltar las siguientes:

- *Clase Agenda*: Esta clase representa una de las características más importantes del sistema que se ha desarrollado ya que mantiene un historial del titular de la misma, guardando información sobre las peticiones y tutorías virtuales que ha realizado dicho titular y que como ya se ha mencionado anteriormente se almacena en ficheros con formato XML.
- *Clase TutoríaVirtual*: Representa la información necesaria para que se celebre una tutoría virtual. Mantiene información sobre el profesor y el/los alumno/s que intervienen en la tutoría virtual y la fecha en la que debe celebrarse.
- *Clases Demonios*: Con esta denominación común se han considerado varias clases como son ServidorDemonios, DemonioFrame y DemonioUser que proporcionan al sistema el marco de comunicación y permiten el proceso físico de dicha comunicación para que el sistema funcione correctamente en la transmisión, carga y descarga de información.



... establecer las relaciones o asociaciones que se producen entre las clases consolidadas para que el sistema de mensajería lleve a cabo la funcionalidad establecida, para ello se ha realizado también un análisis de la especificación del sistema atendiendo a dos criterios.

- *Clases Blackboard*: La forman un conjunto de clases que permiten al sistema mantener un espacio de comunicación mediante el Chat y comunicación textual, así como la comunicación mediante elementos gráficos cuando se requieran para el buen desarrollo de la tutoría, entre ellas podemos citar BlackboardChat, BlackboardEditor, BlackboardShape, BlackboardViewer, etc.

Una vez consolidada la estructura del sistema se han añadido todas aquellas clases necesarias para dar soporte al sistema denominadas clase secundarias y todas las necesarias para una correcta comunicación relacionadas con la interfaz.

3.3. Diseño del Sistema

Siguiendo la metodología especificada y mediante las técnicas que nos permite el lenguaje UML se ha realizado una estructuración del sistema para obtener la correspondiente arquitectura, que nos permite empaquetar los elementos componentes considerados para una ejecución lo más eficiente posible del mismo. En el sistema que nos ocupa se ha considerado una arquitectura formada por cinco paquetes que se pueden observar en la Figura V y que se han denominado de la siguiente forma:

- El paquete *Elementos* engloba todas las clases que constituyen elementos que se pueden añadir al escritorio. Estos elementos poseen la característica de estar serializados permitiendo su transporte a través de la red conservando su estado.
- El paquete *Agenda* contiene todas las clases que gestionan la información contenida en la agenda, tutorías virtuales, peticiones, titular de la agenda, datos personales, etc. Estas clases también poseen la característica de serialización.
- El paquete *Cliente* consta de todas las clases que forman la parte cliente del sistema, constituyen la interfaz de usuario del sistema, conexión con el servidor, realizar tareas de visualización por pantalla (Chat, Whiteboard, intercambio de ficheros) e interacción con el mismo, visualización de la agenda, tutorías virtuales y peticiones. Se permite realizar algunas de estas funciones mediante invocación de objetos remotos (RMI), (Jguru Remote Method Invocation (en línea) Tutorial RMI, <http://java.sun>).

... se ha realizado una estructuración del sistema para obtener la correspondiente arquitectura, que nos permite empaquetar los elementos componentes considerados para una ejecución lo más eficiente posible del mismo. En el sistema que nos ocupa se ha considerado una arquitectura formada por cinco paquetes.

com/developer/onlineTraining/rmi/RMI.html) lo que confiere al sistema un nivel de seguridad mayor. Este paquete depende de clases contenidas en los paquetes Elementos, Agenda y Útil.

– El paquete *Servidor* consta de todas las clases que forman la parte servidor del sistema, como son: gestión de usuarios, validación de los mismos, operaciones en sus agendas, gestión de envío/recepción de peticiones y tutorías virtuales, gestión de recursos y comunicación entre clientes de tutorías virtuales activas. Se permite realizar la mayoría de estas funciones mediante invocación de objetos remotos (RMI), funcionalidad que estará disponible para usuarios validados. Este paquete depende de clases contenidas en los paquetes Elementos, Agenda y Útil.

– El paquete *Útil* engloba todas las clases auxiliares, que sirven de apoyo para realizar algunas operaciones: subida y bajada de ficheros mediante hilos, preferencias de la aplicación, visualización de información, etc.

El diagrama de paquetes mostrado en la Figura V nos permite modelar la arquitectura del sistema englobando las clases en paquete y además nos muestra la dependencia que existe entre las mismas.

Otro aspecto desarrollado durante el diseño del sistema es el que cubre la ubicación física de los bloques de implementación del mismo, esto se ha realizado mediante la técnica que nos proporciona el lenguaje UML denominada diagramas de despliegue que nos permite modelar la situación de las partes del sistema y el tipo de comunicación que se produce entre ellas.

Como se observa en la Figura VI el diagrama de despliegue muestra los enlaces de comunicación física entre elementos hardware (máquinas y otros recursos) y las relaciones entre máquinas físicas y procesos: qué se ejecuta y dónde. En dicha figura se distinguen dos capas diferenciadas con las que interactúa el usuario desde su equipo, que se ha representado como PC (si bien no tiene por qué ser necesariamente un PC), pudiendo ser Macintosh o cualquier otro sistema que disponga de interfaz gráfica de usuario, y máquina virtual de Java.

En primer lugar está un servidor de tutorías virtuales (*ServidorDemo*), que es el responsable de:

- Acceso al sistema de los usuarios. Los usuarios se validan y registran la interfaz que posee cada usuario cliente que permite acceder a sus pro-

Se permite realizar la mayoría de estas funciones mediante invocación de objetos remotos (RMI), funcionalidad que estará disponible para usuarios validados. Este paquete depende de clases contenidas en los paquetes Elementos, Agenda y Útil.

... el diagrama de despliegue muestra los enlaces de comunicación física entre elementos hardware (máquinas y otros recursos) y las relaciones entre máquinas físicas y procesos: qué se ejecuta y dónde.



cedimientos remotos, permitiendo al servidor el acceso a dichos procedimientos remotos, estos procedimientos remotos permiten presentar información en el cliente.

- Acceso a procedimientos remotos que permiten la comunicación en tiempo real entre los usuarios. El servidor distribuye la información a los clientes que están implicados (en una tutoría virtual), al estar registrados, un cliente de una tutoría virtual envía información al servidor y este lo distribuye entre el resto de clientes implicados en dicha tutoría virtual, mediante sus respectivas interfaces de acceso remoto, presentando en tiempo real la información enviada por el cliente, este procedimiento es conocido como retro-llamadas.
- Acceso a procedimientos remotos que permiten gestionar la información de las agendas. El servidor modifica la información contenida en las agendas de los usuarios.

En segundo lugar están los clientes de tutorías virtuales (ServicioDemo-nio), que es el responsable de:

- Acceso a procedimientos remotos que permitan presentar en el black-board información. El cliente actúa como servidor poniendo a disposición del servidor una interfaz que permite presentar información en el blackboard.

4. INTERFAZ DE USUARIO DEL SISTEMA

Para el desarrollo de la interfaz del presente sistema se han tenido en cuenta una serie de aspectos que se han considerado de importancia para que su utilización se produzca de la manera más fácil y eficaz posible (Piatini et alii, 2003), y que en líneas generales se pueden especificar en los siguientes puntos:

- Se debe tener siempre presente la idea de que el usuario del sistema no es el diseñador sino el experto en el dominio de la aplicación y por tanto los conocimientos, gustos y preferencias de estos son muy variados por lo que la interfaz resultante debe intentar acomodarse de forma generalizada a ellos.

El servidor distribuye la información a los clientes que están implicados (en una tutoría virtual), al estar registrados, un cliente de una tutoría virtual envía información al servidor y este lo distribuye entre el resto de clientes implicados en dicha tutoría virtual.

... el usuario del sistema no es el diseñador sino el experto en el dominio de la aplicación y por tanto los conocimientos, gustos y preferencias de estos son muy variados.

... los administradores deben darles de alta y proporcionarles unas credenciales de identificación que introducidas mediante el cliente blackboard permita el acceso al sistema. Para ello entraremos al sistema mediante.

- El proceso de desarrollo de la interfaz debe ser iterativo siguiendo un diseño de tipo feedback por parte del usuario mediante pruebas de prototipos y demos de la interfaz.
- Para el diseño de las pantallas se debe seguir una serie de pautas ergonómicas que produzcan como resultado una interfaz lo más fácil, amigable y agradable posible creándose un lenguaje que se acerque al lenguaje natural en lugar de a la jerga informática.
- El aspecto externo de dicha interfaz debe mantener la reserva de zonas específicas de la pantalla para los diferente tipos de información en toda la aplicación y mostrar solo la información que es necesaria para la toma de decisiones o ejecución de acciones.
- La interfaz de entrada debe recoger todos los datos necesarios sin introducir errores en el sistema.

4.1. Descripción de Interfaz de Usuario

El sistema permite a los profesores y alumnos realizar tutorías virtuales, para ello los administradores deben darles de alta y proporcionarles unas credenciales de identificación que introducidas mediante el cliente blackboard permita el acceso al sistema. Para ello entraremos al sistema mediante la típica pantalla compuesta de un cuadro de diálogo compuesto de cuadros de texto para la introducción del nombre de usuario (login) y de la correspondiente contraseña (password), posee además una lista editable con los servidores en los que el usuario se ha validado alguna vez. Asimismo tiene un botón para realizar la validación del usuario contra el servidor y otro para cancelar la validación.

Una vez realizada la entrada al sistema desde el punto de vista arquitectónico se debe especificar que existen dos módulos bien diferenciados que son:

- *Cliente Blackboard*: este módulo (y sus formularios correspondientes) se encargará de la interacción directa con el usuario. Es la parte del sistema que el usuario ve, le permite enviar peticiones de tutorías virtuales (usuario alumno), aceptar o rechazar peticiones de tutorías virtuales (usuario profesor), e interactuar en el blackboard para la resolución de las dudas planteadas.

Es la parte del sistema que el usuario ve, le permite enviar peticiones de tutorías virtuales (usuario alumno), aceptar o rechazar peticiones de tutorías virtuales (usuario profesor), e interactuar en el blackboard.



- *Servidor Blackboard*: este módulo se encargará de la gestión de la parte servidor del sistema, gestión de usuarios y monitorización del estado del servidor, etc, que se realizará por parte del administrador.

Debido a las características especificadas en la descripción de la interfaz se pasará a continuación a la descripción del módulo *Cliente Blackboard* que nos sirve para la comunicación hombre-máquina.

La pantalla principal del módulo permite el acceso a los cuatro componentes de interacción con el sistema que son: el blackboard, la agenda, la consulta de información sobre usuarios y el registro de la conexión actual como se muestra en la Figura VII en la que podemos observar que desde el punto de vista ergonómico existen tres áreas bien diferenciadas que son:

- *Menús y Barra de botones* situados en la parte superior de la pantalla los menús permiten el acceso a todas las funciones mientras que la barra de botones ofrece acceso rápido a dichas funciones. Como se observa también en la Figura VII se ha incluido el detalle de uno de los menús con las opciones disponibles.
- *Área de trabajo* en esta zona distinguimos cuatro pestañas que son: el blackboard, la agenda, los usuarios y los registros. Al seleccionar cada una de las pestañas el espacio de trabajo se verá ocupado por el contenido de las mismas. Así en el componente blackboard se mostrara mediante un cuadro escritorio que presenta información en marcos internos, en Windows, esta interfaz de usuario suele recibir el nombre de MDI (Multiple Document Interfaz), interfaz de documento múltiple. Se opta por este esquema porque reduce el desorden de ventanas, permitiendo la realización de varias tutorías virtuales a la vez. Por tanto en él aparecerán los siguientes marcos:
 - *Marco de control de tutorías virtuales* en el que se proporciona información sobre los participantes de las tutorías virtuales existiendo dos modalidades que son la de profesor y alumno.
 - *Marco Chat* donde el profesor y el alumno podrán intercambiar mensajes de texto.
 - *Marco Whiteboard* en el cual el profesor y el alumno podrán realizar dibujo libre mediante las funciones proporcionadas en el menú Herramientas descrito en la Figura VIII.

... permite el acceso a los cuatro componentes de interacción con el sistema que son: el blackboard, la agenda, la consulta de información sobre usuarios y el registro de la conexión actual.

Se opta por este esquema porque reduce el desorden de ventanas, permitiendo la realización de varias tutorías virtuales a la vez.

– *Marco de intercambio de ficheros* en el que el profesor y el alumno podrán intercambiar información, en él se indicará en todo momento si se esta utilizando en la modalidad download o upload.

El componente *Agenda* permite gestionar la información de la agenda de cada usuario. Esta dividida en dos partes principales, lista de tutorías virtuales previstas y lista de peticiones de tutoría virtual, y otra parte que muestra la información de la tutoría virtual o petición seleccionada.

El componente *Usuarios* permite consultar una lista de los usuarios conectados al sistema, muestra información acerca de los mismos, como es su login, nombre, apellidos y e-mail. Se distinguen dos tipos de usuarios, mediante un icono descriptivo:  Profesor y  Alumnos.

El componente de *Registro* de cliente blackboard permite consultar un registro con las actividades de la conexión actual y poder realizar la eliminación del mismo o bien generar un informe del mismo.

- *Barra de estado*: Muestra información relevante sobre la aplicación, en que estado se encuentra, etc.

Una vez descrita la parte del sistema que interacciona directamente con el usuario se tendrá que considerar la parte de la aplicación que se centra en la gestión y administración de la información del sistema que se llevará a cabo por medio del Administrador del sistema y que como se ha indicado anteriormente se denomina *Servidor Blackboard*.

La pantalla principal del módulo *Servidor Blackboard* permite la monitorización de los usuarios conectados y tutorías virtuales activas, gestión de usuarios y consulta del registro de actividades del servidor. Consta de tres áreas diferenciadas al igual que la pantalla principal del cliente blackboard, la interfaz del servidor es mucho más simple que la del cliente, no es tan amigable y robusta, su principal función es permitir el acceso rápido a las principales funciones del servidor: monitorización y gestión de usuarios, las tres áreas son:

- *Menús y barra de botones*: situados en la parte superior de la pantalla. Los menús permiten el acceso las funciones de inicio, parada y apagado de la aplicación, la barra de botones ofrece acceso rápido a dichas funciones.
- *Área de trabajo*: esta zona esta dividida en tres componentes o pestañas, que son: monitorización del servidor blackboard, gestión de usuarios y

El componente *Usuarios* permite consultar una lista de los usuarios conectados al sistema, muestra información acerca de los mismos, como es su login, nombre, apellidos y e-mail.

... la interfaz del servidor es mucho más simple que la del cliente, no es tan amigable y robusta, su principal función es permitir el acceso rápido a las principales funciones.



registro de actividades del servidor. Conforme vamos seleccionando cada pestaña la mayor parte del espacio en la ventana principal es ocupado por el contenido de las mismas. El componente servidor blackboard (Figura VIII) muestra información sobre los usuarios conectados y las tutorías virtuales activas en cada momento, permitiendo desconectar a dichos usuarios y eliminar tutorías virtuales activas. La pestaña usuarios permite la gestión de los usuarios pertenecientes al sistema, se puede consultar, dar de alta, eliminar y modificar a los usuarios. Como se observa en la Figura IX consta de dos áreas diferenciadas que son: lista de usuarios y datos de usuario que mostrará información detallada sobre el usuario seleccionado de la lista. El componente registro permite consultar un registro con las actividades internas del servidor utilizando herramientas de depuración y rendimiento. Sobre dichos registros se podrán realizar las funciones de eliminación y de generación de informes sobre dichos registros.

- *Barra de estado*: se muestra información relevante sobre el estado de la aplicación.

En el diseño de la interfaz de usuario es de suma importancia avisar al usuario de los eventos ocurridos y situaciones anómalas en el comportamiento del sistema, captando su atención, para ello se utilizan los cuadros de diálogo. En el presente sistema se ha considerado tres categorías de cuadros de diálogo que son:

- *Diálogos de mensaje de error*, se mostrarán cuando se produce un error que impide el correcto funcionamiento del sistema y en el se indicará el tipo de error concreto que se ha producido.
- *Diálogos de confirmación*, se mostrarán debido a que algunas operaciones solicitan confirmación al usuario. Dichos cuadros aparecerán cuando se produce alguna operación peligrosa que requiere la aceptación o anulación por parte del usuario.
- *Diálogos de mensajes de información*, se producen cuando el sistema informa a los usuarios de eventos que ocurren en la aplicación y que mediante dichos cuadros de diálogos se capta la atención del usuario, estando en ocasiones acompañados de sonido.

En el diseño de la interfaz de usuario es de suma importancia avisar al usuario de los eventos ocurridos y situaciones anómalas en el comportamiento del sistema, captando su atención, para ello se utilizan los cuadros de diálogo.

5. DISCUSIÓN

El resultado final obtenido ha sido una aplicación cliente-servidor multiplataforma que permite planificar y simular tutorías virtuales presenciales entre un profesor y los alumnos. En el proceso propuesto para el desarrollo de la aplicación se ha usado el paradigma incremental para la resolución de problemas en el desarrollo del blackboard.

Las técnicas utilizadas para llevar a cabo el modelado y desarrollo del sistema han sido las orientadas a objeto mediante el uso del lenguaje UML, mediante las cuales se ha podido obtener un sistema con una arquitectura modularizada que presenta las ventajas de una alta cohesión y un acoplamiento bajo presentando por tanto una independencia funcional que le permitirá en futuras versiones una ampliación y modificación del sistema con una presencia mínima de efectos secundarios no deseados, además el mantenimiento del sistema será más eficiente.

La unión de blackboard y retrollamadas con RMI (Java Remote Method Invocation, <http://java.sun.com/products/jdk/rmi/>) es una potente combinación que forma un modelo eficiente para la resolución de tutorías virtuales en entornos cliente-servidor multiplataforma que requieren de una comunicación en tiempo real.

La solución técnica del sistema presenta la ventaja de haber utilizado únicamente lenguajes y librerías estándar, por lo que se ha utilizado el lenguaje de programación Java sin ningún paquete propietario. Se han utilizado clases estándar de la plataforma Java 2 para JDK 1.4.1 y paquetes pertenecientes a un proyecto GNU que nos facilitará la generación de informes JFreeReport. Para la distribución de información se ha utilizado el estándar XML (Extensible Markup Language) que permite el ajuste del sistema a diferentes entornos de trabajo, arquitecturas y problemáticas docentes.

En la actualidad el sistema se encuentra en el estado de versión beta y se le han realizado todas las pruebas estructurales y funcionales necesarias así como las pruebas de validación y verificación técnica del sistema quedando por tanto las pruebas del sistema en su explotación real inmersa en una organización, como es la universitaria.

Una futura ampliación del sistema sería la utilización de un sistema gestor de bases de datos para mejorar el rendimiento e integridad de la informa-

El resultado final obtenido ha sido una aplicación cliente-servidor multiplataforma que permite planificar y simular tutorías virtuales presenciales entre un profesor y los alumnos.

La solución técnica del sistema presenta la ventaja de haber utilizado únicamente lenguajes y librerías estándar, por lo que se ha utilizado el lenguaje de programación Java sin ningún paquete propietario.



ción manejada por la aplicación, aunque dentro de los objetivos principales era de suma importancia que no se hiciera uso de estos sistemas para conseguir mantener una mayor independencia y no tener la necesidad de hacer uso de software propietario, la integración del sistema con una organización real supondrá un aumento considerable de la complejidad y volumen de la información manejada, por lo tanto se aconseja el uso de dicho sistema para mejorar el rendimiento.

Las pruebas del sistema con alumnos, profesores, pedagogos, diseñadores, etc., serían necesarias para refinar tanto el aspecto como la funcionalidad proporcionada para la planificación y realización de tutorías virtuales. Esto es un fundamental, pues hay que adecuar el software a criterios pedagógicos y docentes que lo hagan más eficaz, no siendo los desarrolladores o el director del proyecto los más indicados para tomar decisiones de esta índole.

Asimismo se podría considerar la aplicación de herramientas de optimización del código como Borland Optimizelt for Java para la obtención de código más rápido.

Un complemento idóneo para el Sistema de Tutoría Virtual sería la integración del sistema con dispositivos externos que faciliten la introducción de elementos de información en el blackboard, por ejemplo, una tabla de dibujo o lápiz electrónico.

Nuestro objetivo es que tras esta evaluación se lleve a cabo una depuración del sistema que nos permita ponerla a libre disposición de la comunidad docente que así lo solicite.

6. BIBLIOGRAFÍA

Blackboard Learning System, <http://www.blackboard.com>

BRUN, R. E., *Programación con XML*, Anaya Multimedia, 2001.

CLOETE, E., (2001), "Electronic Education System Model", *Comput. Educ.*, 36(2), 151-170.

COAD, P.; YOURDON, E., *Object Oriented Analysis*, 2ª Edición, Prentice-Hall, 1991.

CORKILL, D., (1991), "Blackboard Systems", *AI Expert*, 6(9), 40-47, <http://bbtech.com/papers/ai-expert.pdf>

Un complemento idóneo para el Sistema de Tutoría Virtual sería la integración del sistema con dispositivos externos que faciliten la introducción de elementos de información en el blackboard, por ejemplo, una tabla de dibujo o lápiz electrónico.



E-learning, <http://e-learning.bankhacker.com>

EVANS, T.; NATION, D., Editors. *Changing University Teaching, Reflections on Creating Educational Technologies*, Kogan Page, London, 2000.

HORSTMANN, C.; CORNELL, G., *Java 2. Características Avanzadas*, Prentice Hall, 2003.

Java Remote Method Invocation, <http://java.sun.com/products/jdk/rmi/>

JGuru Remote Method Invocation, Tutorial sobre RMI, <http://java.sun.com/developer/onlineTraining/rmi/RMI.html>

LUQUE RUIZ, I.; CERRUELA GARCÍA, G.; GÓMEZ-NIETO, M., (2003), "Computer-Assisted Learning Using a Dialogue System for Virtual. Teacher-Student Communication", *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 43(5), 1378-1389.

PIATTINI, M.; CALVO-MANZANO, J.; CERVERA, J.; FERNÁNDEZ, L., *Análisis y diseño de aplicaciones informáticas de gestión*, Ra-Ma, 2003.

RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G., *The Unified Modelling Language. Reference Manual*, Addison-Wesley Longman Inc, USA, 1999.

STEVENS, P.; POOLEY, R., *Utilización de UML en Ingeniería del software con Objetos y Componentes*. Addison Wesley, 2002.



Caso de uso	Contexto del sistema
Actores	Alumno, profesor, administrador (iniciadores).
Propósito	Mostrar el uso del sistema de tutorías virtuales en todas sus facetas, tanto de interacción con el cliente de blackboard (alumnos y profesores), envío de peticiones, realización de tutorías, etc., y administrativa con la gestión de los usuarios, posibles incidencias de conexión y liberación de recursos (administradores).
Resumen	El sistema permite a los profesores y alumnos realizar tutorías virtuales, para ello los administradores deben darles de alta y proporcionarles unos credenciales de identificación que introducidos mediante el cliente blackboard permitan el acceso al sistema. Dentro del mismo pueden interactuar el profesor y el alumno, los alumnos pueden enviar peticiones de tutorías virtuales a los profesores y estos aceptarlas o rechazarlas. Una vez que llegue la fecha de realización de una tutoría virtual aceptada y siempre que estén conectados, el sistema avisa a los usuarios implicados de la realización de la misma, los alumnos pueden aceptar realizar la tutoría o rechazarla, el profesor puede aceptar, rechazar o modificar la tutoría a otra fecha de realización. Si ambos aceptan interaccionan en la zona blackboard del cliente hasta la resolución de las dudas del alumno. Las credenciales de identificación, datos personales, peticiones pendientes y tutorías a realizar se almacenan en una agenda en el servidor. La consulta de la agenda, envío de peticiones (alumnos) y aceptación o rechazo (profesores) la realiza cada usuario en su interfaz cliente. El administrador debe velar por el buen aprovechamiento de los recursos de la máquina servidor, además de gestionar la información de los usuarios, altas, modificaciones y bajas, podrá desconectar usuarios del sistema, eliminar tutorías virtuales activas y llevar un control de las actividades del servidor.

Tabla I: MARCO EXPLICATIVO CASO DE USO CONTEXTO DEL SISTEMA

Caso de uso	Interactuar Blackboard.
Actores	Alumno, profesor (iniciadores).
Propósito	Mostrar las diferentes maneras de aportar elementos de información al blackboard, uso de las herramientas disponibles para la resolución de la tutoría virtual.
Resumen	En el momento que se acepta realizar una tutoría virtual se abre en la zona blackboard una zona con un chat donde dialogan los implicados y una zona con información relevante acerca de la tutoría. El profesor y alumno/s conversan para llegar a la resolución del problema planteado en la tutoría. Llegado el momento puede ser necesaria para la resolución del mismo, la subida y descarga de ficheros que contengan información relevante para la resolución del problema o la posibilidad de dibujar en un pizarrón (Whiteboard). El profesor según su criterio podrá habilitar zonas en el blackboard con dicha funcionalidad, interactuando en ellas según las necesidades de la resolución del problema. La habilitación de dichas zonas tiene varias modalidades según las necesidades. Una vez que termine la resolución del problema, los usuarios pueden guardar o imprimir un informe de la conversación del chat, salvar el contenido del pizarrón y mantener los ficheros que se intercambian en la tutoría. Para que el proceso concluya satisfactoriamente los usuarios deben cerrar todas las zonas de interacción de la tutoría dándose por terminada.
Curso Normal de Eventos	<p>Para los alumnos:</p> <p>El alumno puede agregar elementos de texto al blackboard. El alumno puede agregar ficheros desde su PC al blackboard. El alumno puede descargar ficheros desde el blackboard a su PC. El alumno puede salvar el contenido del blackboard a un fichero. El alumno ha resuelto su problema (duda) y puede abandonar el blackboard.</p> <p>Para los profesores:</p> <p>El profesor puede agregar elementos de texto al blackboard. El profesor puede agregar ficheros desde su PC al blackboard El profesor puede descargar ficheros desde el blackboard a su PC. El profesor puede salvar el contenido del blackboard a un fichero El profesor ha resuelto el problema (duda) y puede abandonar el blackboard.</p>

Tabla II: MARCO EXPLICATIVO CASO DE USO INTERACTUAR BLACKBOARD

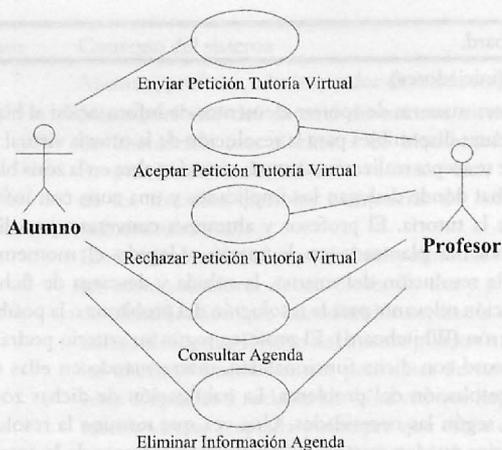


Figura I: CASO DE USO GESTIONAR AGENDA

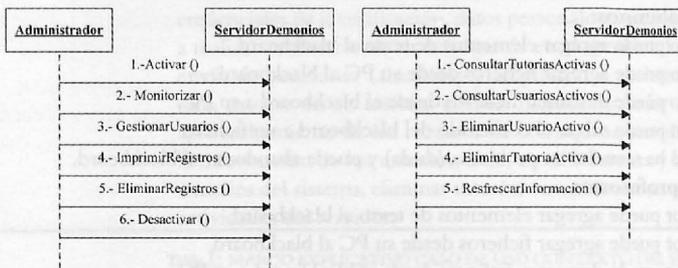


Figura II: DIAGRAMA DE SECUENCIA ADMINISTRAR SERVIDOR BLACKBOARD Y MONITORIZAR SERVIDOR

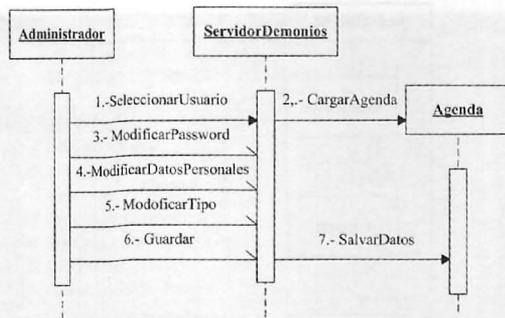


Figura III DIAGRAMA DE SECUENCIA MODIFICAR USUARIO

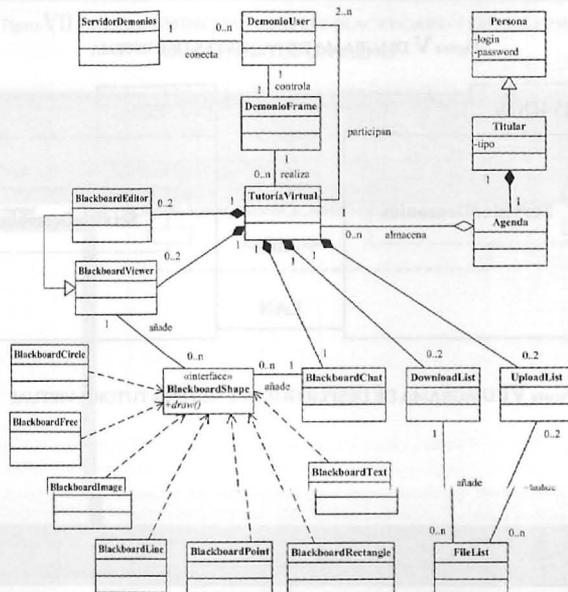


Figura IV DIAGRAMA DE CLASES DEL SISTEMA TUTORÍA VIRTUAL

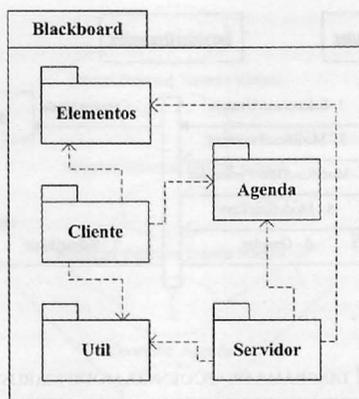


Figura V DIAGRAMA DE PAQUETES DEL SISTEMA

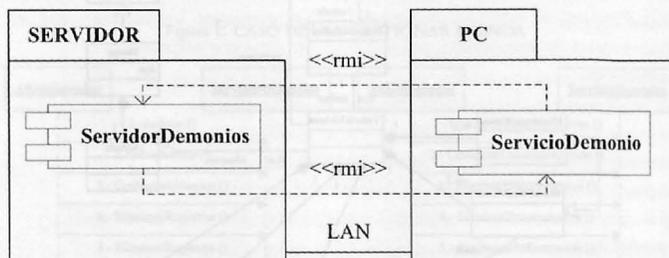


Figura VI DIAGRAMA DE DESPLIEGUE DEL SISTEMA TUTORÍA VIRTUAL

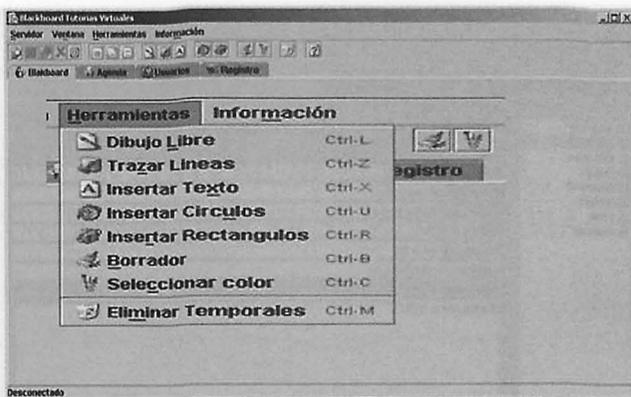


Figura VII PANTALLA PRINCIPAL CLIENTE BLACKBOARD Y DETALLE DEL CONTENIDO DE UN MENÚ

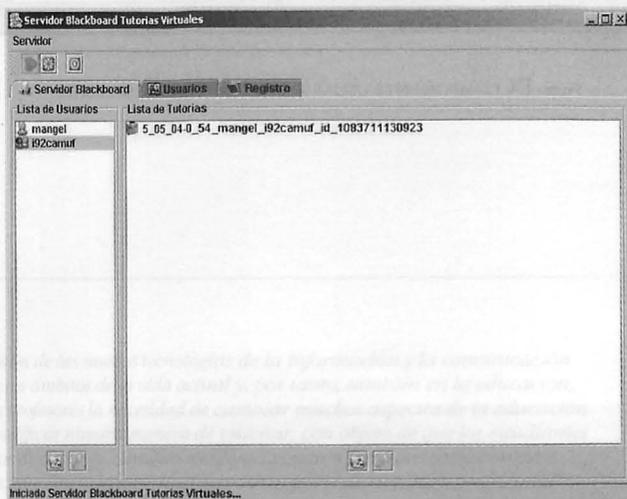


Figura VIII COMPONENTE SERVIDOR BLACKBOARD

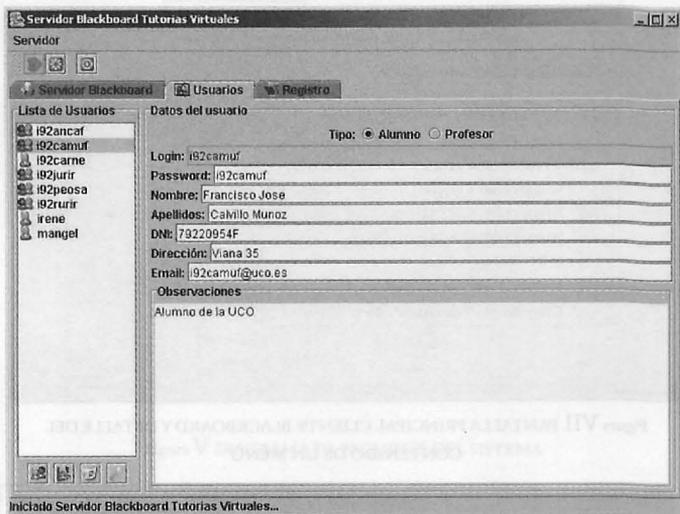


Figura IX COMPONENTE USUARIO EN EL SERVIDOR BLACKBOARD